

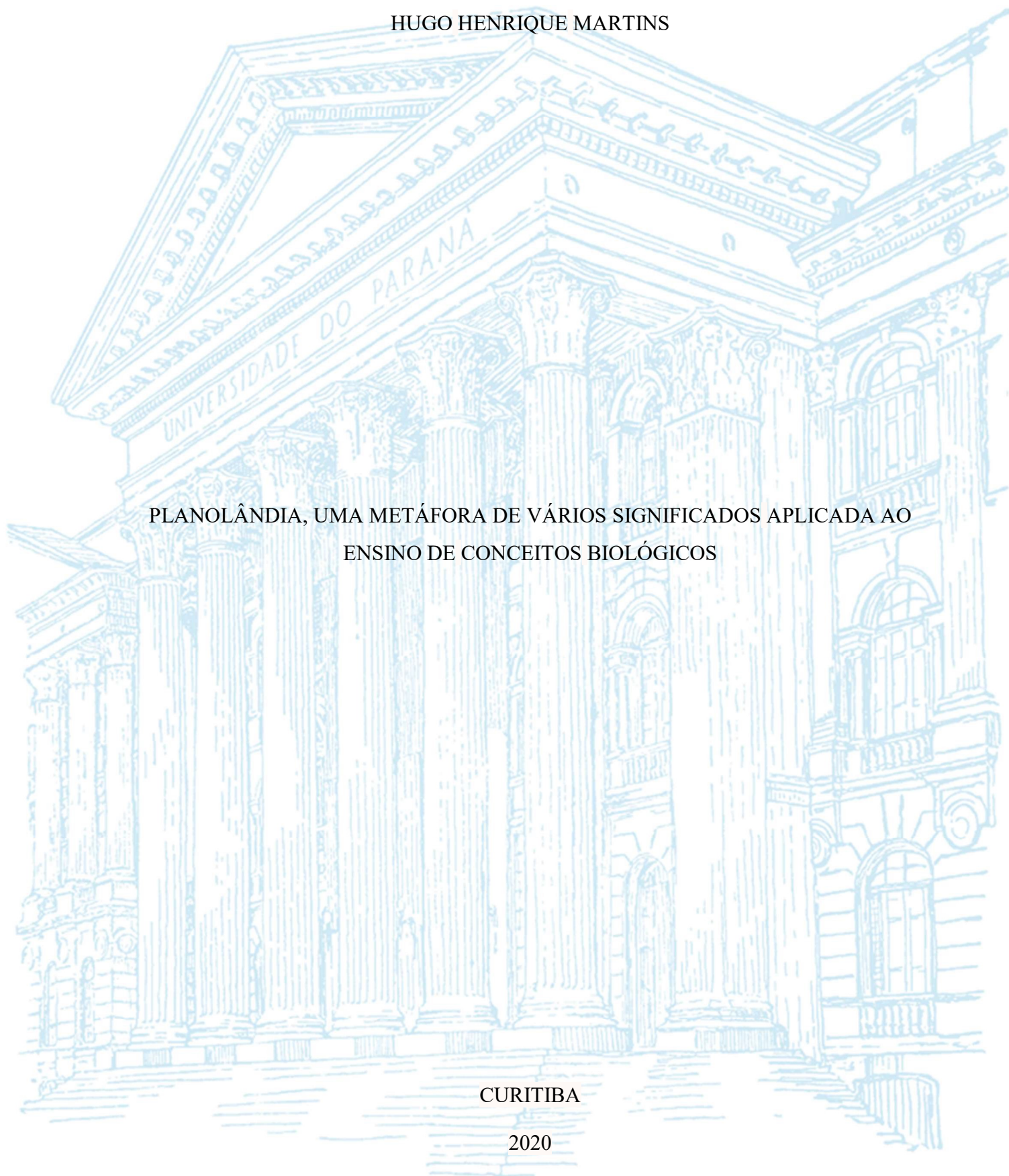
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

HUGO HENRIQUE MARTINS

PLANOLÂNDIA, UMA METÁFORA DE VÁRIOS SIGNIFICADOS APLICADA AO
ENSINO DE CONCEITOS BIOLÓGICOS

CURITIBA

2020



HUGO HENRIQUE MARTINS

PLANOLÂNDIA, UMA METÁFORA DE VÁRIOS SIGNIFICADOS APLICADA AO
ENSINO DE CONCEITOS BIOLÓGICOS

Dissertação de Mestrado apresentada ao curso de Mestrado Profissional em Ensino de Biologia em Rede Nacional (ProfBio), Setor de Ciências Biológicas da Universidade Federal do Paraná, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre no Ensino de Biologia.

Área de concentração: Ensino de Biologia

Orientador: Prof. Jaime Paba Martínez.

CURITIBA

2020

Universidade Federal do Paraná. Sistema de Bibliotecas.
Biblioteca de Ciências Biológicas.
(Rosilei Vilas Boas – CRB/9-939).

Martins, Hugo Henrique.

Planolândia, uma metáfora de vários significados, aplicada ao ensino de conceitos biológicos. / Hugo Henrique Martins. – Curitiba, 2020.
65 f. : il.

Orientador: Jaime Paba Martínez.

Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Paraná, Setor de Ciências Biológicas. Programa de Pós-Graduação em Ensino de Biologia em Rede Nacional.

1. Biologia (Estudo e ensino). 2. Ficção científica. 3. Aprendizagem – Estudo e ensino (Ensino Médio). 4. Métodos de ensino. 5. Estudantes – Aprendizagem. I. Título. II. Martínez, Jaime Paba. III. Universidade Federal do Paraná. Setor de Ciências Biológicas. Programa de Pós-Graduação em Ensino de Biologia em Rede Nacional.

CDD (20. ed.) 574

TERMO DE APROVAÇÃO

Os membros da Banca Examinadora designada pelo Colegiado do Programa de Pós-Graduação em PROFBIO ENSINO DE BIOLOGIA EM REDE NACIONAL da Universidade Federal do Paraná foram convocados para realizar a arguição da Dissertação de Mestrado de **HUGO HENRIQUE MARTINS** intitulada: **Planolândia, uma metáfora de vários significados, aplicada ao ensino de conceitos biológicos**, sob orientação do Prof. Dr. JAIME PABA MARTINEZ, que após terem inquirido o aluno e realizada a avaliação do trabalho, são de parecer pela sua APROVAÇÃO no rito de defesa.

A outorga do título de mestre está sujeita à homologação pelo colegiado, ao atendimento de todas as indicações e correções solicitadas pela banca e ao pleno atendimento das demandas regimentais do Programa de Pós-Graduação.

CURITIBA, 23 de Outubro de 2020.

Assinatura Eletrônica

26/10/2020 21:28:40.0

JAIME PABA MARTINEZ

Presidente da Banca Examinadora (UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ)

Assinatura Eletrônica

28/10/2020 11:29:54.0

ANA DE MEDEIROS ARNT

Avaliador Externo (UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS)

Assinatura Eletrônica

26/10/2020 11:35:06.0

FRANCISCO FILIPAK NETO

Avaliador Interno (UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ)

Relato do Mestrando - Turma 2018

Instituição: Universidade Federal do Paraná
Mestrando: Hugo Henrique Martins
Título do TCM: Planolândia, uma metáfora de vários significados aplicada ao ensino de conceitos biológicos
Data da defesa: 23/10/2020
<p>Ao entrar para a Universidade em 2009, não fazia ideia de que iria um dia lecionar. Foi no final do curso de ciências biológicas, em contato com as disciplinas de licenciatura e com o programa PIBID, que a paixão despertou.</p> <p>Desde então, venho aprendendo muito com a prática docente em Ciências e Biologia, com os estudantes, com a vivência no ambiente escolar, sempre com o desejo de entregar o meu melhor. E foi por isso que decidi ingressar no ProfBio.</p> <p>Sempre enxerguei o mestrado como uma forma de melhorar como profissional, de explorar novas possibilidades, de transformar minha prática docente contribui para a melhoria do ensino público. A caminhada no programa não foi fácil, pois assim como os estudantes, estávamos acostumados a ter um papel mais passivo, e isso ficou claro quando nós mesmo nos tornamos estudantes novamente, e fomos colocados em situações que dependiam mais de nós do que do professor para serem resolvidas. O ProfBio me fez enxergar a educação de outra forma através da metodologia investigativa. O professor pode ser mais passivo e o estudante mais ativo e com isso ganho em termos de aprendizagem é muito maior. Professores qualificados contribuem para a formação de estudantes também qualificados e o programa veio para mostrar isso.</p> <p>No tempo em que fiz parte do programa foi como se tivesse passado por uma reforma, questionando minhas próprias ações em toda a minha trajetória como professor. Não podemos nos acomodar, com o passar do tempo a forma de pensar muda, a tecnologia avança, o contexto se modifica. Enquanto profissionais professores, precisamos sempre estar revendo metodologias e práticas, para que possamos acompanhar e contribuir de forma adequada para a formação nossos estudantes. Aprendi muito, especialmente com aulas e orientação do Professor Jaime Paba Martinez, ao qual sou extremamente grato. E seguimos valorizando e lutando pelo ensino público de qualidade.</p>

AGRADECIMENTOS

Durante o desenvolvimento deste trabalho houve a participação, direta ou indireta, e apoio de várias pessoas, dentre às quais agradeço:

À minha família, por sempre acreditar em mim e me incentivar a lutar e nunca desistir diante das dificuldades.

À minha esposa, Jéssica, por me ouvir e auxiliar diante das situações enfrentadas por mim durante o mestrado e sempre me dizer que eu era capaz. Acreditou no meu potencial desde quando eu decidi fazer a prova de acesso ao curso e contribuiu imensamente para que eu chegasse ao final dele. Agradeço pela paciência de ler o meu trabalho e me proporcionar reflexões, o que foi fundamental para a sua construção.

Agradeço muito ao Professor Dr. Jaime Paba Martínez por aceitar me orientar e ter abraçado a ideia de tratar de ficção científica e ensino, sempre se mostrando empolgado e disposto a ajudar; pela sugestão para trabalharmos com a obra Planolândia; pela dedicação, incentivo e criteriosa orientação, que me fizeram refletir e crescer.

À equipe diretiva do Colégio Estadual Marli Queiroz Azevedo, Professora Tânia Sugamoto Hennequin, Professor Jean Lonis Macedo e Professora Amanda dos Santos Coppi, que desde o início da minha jornada como professor vêm me ensinando com suas posturas exemplares, como educadores e gestores. Agradeço imensamente o apoio, pois ele foi fundamental para que eu conseguisse cursar o mestrado e chegasse até o final.

À minha amiga Josiane que sempre me apoiou, incentivou e auxiliou na execução das atividades na escola, sempre acreditando na minha capacidade, ficando na torcida por mim e se mostrando animada sempre que eu vencia um obstáculo.

À todos os Professores do ProfBio, que de uma ou outra forma participaram deste trabalho.

Aos meus colegas de turma pelo compartilhamento de experiências, pelo aprendizado e pelos momentos agradáveis ou sofridos que passamos juntos. Agradeço especialmente aos amigos de equipe, que estiveram comigo do início ao fim: Jeferson, Kharin, Thiago e Zaôr.

Este Trabalho de Conclusão de Mestrado (TCM) foi desenvolvido no Setor de Ciências Biológicas da Universidade Federal do Paraná, sob a orientação do Prof. Dr. Jaime Paba Martínez, e contou com o apoio financeiro da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) - Brasil - Código de Financiamento 001.

RESUMO

Esta pesquisa buscou entender algumas das possíveis relações entre Ficção Científica e Ensino e de que maneira essa associação pode contribuir para a melhoria do processo de ensino-aprendizagem. O objetivo geral do trabalho foi criar, aplicar e avaliar uma ferramenta pedagógica baseada na obra “*Planolândia: um romance de muitas dimensões*”, de Edwin A. Abbot (1884) para o estudo de conceitos biológicos. As atividades envolveram partes do filme e do livro como ponto de partida para a análise de textos, realização de debates e reflexões apontando conceitos biológicos apresentados pela narrativa. A ferramenta de ensino elaborada consistiu em uma sequência didática, composta por cinco aulas. A hipótese levantada pelo trabalho é de que uma ferramenta didática, que envolve ficção científica, pode auxiliar e contribuir para a aprendizagem de conceitos biológicos. A pesquisa foi realizada com uma turma de trinta e três estudantes do terceiro ano do ensino médio. Estes participaram das atividades propostas pela sequência didática, onde tiveram a oportunidade de exercitar a capacidade de argumentação, criação e trabalho em equipe. O estudo da obra revelou um grande potencial da mesma para o seu uso em aulas de biologia e em áreas como matemáticas, geometria e sociologia. Porém, apesar do conjunto variado de atividades através do qual foi explorado o conteúdo e desenvolvidos os conceitos biológicos chave, foi marcante a baixa participação e efetivo engajamento dos alunos integrantes do estudo nelas. Esta observação levanta alguns questionamentos sobre os atributos necessários no professor e nos estudantes na implementação de metodologias ativas no ensino médio, e do uso da ficção científica como uma forma de abordar o ensino de ciências na escola.

Palavras-chave: Ficção científica; Planolândia; Ensino

ABSTRACT

This research sought to understand some of the possible relations between Science Fiction and Education and the way this association may contribute to improve the process of teaching learning. The general aim of the work was to create, apply and evaluate the pedagogical tool based upon the work “Flatland: a romance of many dimensions”, by Edwin A. Abbot (1884) for the study of biological concepts. The activities involved parts of the movie and the book as source for the analysis of texts, debates and reflection pointing out the biological concepts of the narrative. The tool of teaching consisted of a didactic sequence, made up of five classes. The hypothesis raised at the work is that a didactic tool, involving science fiction, might assist and contribute to the learning of biological concepts. The search was performed on a class of thirty-three senior students in high school. They participated in the activities proposed in the didactic sequence, where they had the opportunity of working on their ability of arguing, creating and teamwork. The study of the work showed its own potential for using it in the biology classes and for studies of mathematics, geometry and sociology. However, despite the varied set of activities in which the content was explored and the key of biological concepts were developed, it was memorable the low number of participation and effective involvement of the students. This observation promotes some questioning about the attributes needed in the teacher and the students for the implementation of active methodologies in high school, and the use of science fictions as a technique of approaching the teaching of science at school.

Keywords: Science fiction; Flatland; Teaching

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	10
1.1 A FICÇÃO CIENTÍFICA, FC	12
1.2 A FICÇÃO CIENTÍFICA NO ENSINO	15
1.3 PLANOLÂNDIA, UM ROMANCE DE MÚLTIPLAS DIMENSÕES	19
1.4 OBJETIVO GERAL.....	19
1.5 METAS.....	20
2 METODOLOGIA.....	20
2.1 Estratégia geral da sequência didática	20
2.2 I. Objetivos da Ferramenta educacional (sequência didática)	20
2.3 A sequência didática.....	21
3 ASPECTOS ÉTICOS	26
4 RESULTADOS	26
4.1 Aula 1 – Discussão do filme.....	26
4.2 Aula 2 – Estratégias de manipulação genética	29
4.3 Aula 3–Impactos da manipulação genética na sociedade.....	31
4.4 Aula 4 – Percepção e pluralidade	32
4.5 Aula 5 – A ciência versus senso comum	34
5 DISCUSSÃO	34
6 CONCLUSÃO.....	40
REFERÊNCIAS	41
APÊNDICES	45

1 INTRODUÇÃO

A qualidade da educação não está ligada apenas ao fator professor, porém se este possuir boas condições de trabalho, com certeza o ensino ofertado aos estudantes terá melhores chances de alcançar a eficácia desejada. Segundo o relatório do *Programme for International Student Assessment* (PISA), que avalia o desempenho de estudantes com idade de 15 anos, o Brasil tem um desempenho abaixo da média nas áreas de Ciências, Matemática e Leitura, ocupando a 60ª posição entre setenta e dois países. Uma das principais causas apontadas para o fracasso é a maneira de ensinar, muitas vezes apoiada em concepções filosóficas ou educacionais equivocadas e que não despertam o interesse nem incitam o ativo engajamento dos alunos (SANTOMAURO, 2009).

Segundo Morán (2015), a escola formal precisa de uma reorganização de currículo, repensar metodologias, os tempos e os espaços para que se torne relevante e cumpra seu papel de promover o aprendizado sobre o mundo que cerca o estudante de maneira eficaz. Para o autor, a metodologia centralizada no professor já não tem a capacidade de promover o desenvolvimento das qualidades esperadas nos membros de uma sociedade onde as informações estão disponíveis de maneira ampla, e a capacidade de (i) discernir o que é relevante, (ii) analisar dados e (iii) chegar a conclusões e aplicações neles fundamentadas, são as melhores ferramentas para nela se conduzir com sucesso. O processo de ensino-aprendizagem, deverá então ser uma forma de conectar o mundo à escola, e os estudantes ao mundo, por isso deve-se buscar apoio em metodologias ativas que coloquem o estudante em foco. Para Berbel (2011) “as metodologias ativas têm o potencial de despertar a curiosidade à medida que os alunos se inserem na teorização e trazem elementos novos, ainda não considerados nas aulas ou na própria perspectiva do professor”. Percebe-se a importância de reflexões sobre a maneira de se alcançar o estudante, de dar significado ao que se ensina na escola.

O ensino das Ciências começou a ser visto como importante a partir da década de 50, onde a principal metodologia utilizada era a expositiva, baseada no professor como detentor do conhecimento, sendo o estudante apenas um receptor de informações e tendo um papel passivo na aprendizagem. Na década de 60 surge a metodologia tecnicista, dando bastante ênfase às atividades experimentais, mas mantendo o estudante na passividade, seguindo roteiros pré-determinados com resultados conhecidos. A partir da década de 70 começou a se falar de metodologia investigativa, que permite ao estudante desenvolver sua autonomia, utilizar um

conhecimento prévio e construir novos com base em situações-problema, tendo o professor como mediador (SANTOMAURO, 2009).

O ensino de biologia, especificamente, além das dificuldades gerais que a escola apresenta como o número reduzido de aulas semanais, falta de estrutura física e o desinteresse dos estudantes, enfrenta diversas outras, como por exemplo, o uso de múltiplos termos técnicos, e a exigência de ampla capacidade de abstração, por parte dos estudantes, para entenderem alguns conceitos biológicos (NASCIMENTO et al., 2015). Diversas metodologias têm surgido com o intuito de fechar o descompasso criado pela persistência do uso de estratégias de ensino, basicamente conteudistas, em um público alvo que precisa ir muito além de conceitos. Diesel (2017), por exemplo, faz considerações sobre a utilização das metodologias ativas, que transferem o estudante do papel de simples receptor de informações para outro onde ele reflete, tem autonomia e problematiza sua realidade. O professor, nesse caso, deixa de ser o detentor do conhecimento, e passa a agir como mediador no processo de ensino-aprendizagem. Metodologias como a sala de aula invertida, onde o estudante busca o conhecimento teórico em outro local e aplica em aula presencial o que estudou; o ensino baseado em problemas, onde o estudante é estimulado a refletir e aplicar conceitos sobre situações do cotidiano conduzindo finalmente à construção do conhecimento. Há também o aprendizado mediado por projetos, onde, de acordo com Hernandez (1998), os estudantes podem desenvolver habilidades como resolução de problemas, autonomia diante de situações diversas, criatividade e de trabalho em equipe.

Outra estratégia metodológica utilizada é a introdução de atividades lúdicas no ensino. Segundo Dohme (2004), o lúdico pode envolver atividades com jogos, que trazem uma mensagem educacional, histórias que podem desenvolver o imaginário, estimular a criatividade e também o senso crítico; com a dramatização, contribuindo para o desenvolvimento de aspectos sociais e psicológicos dos estudantes, com músicas, danças, canções e artes plásticas, que podem auxiliar na capacidade de concentração, aumento da criatividade, paciência e descoberta de aptidões.

Leite e Ribeiro (2012), apontam que, vivendo numa sociedade tecnológica, é importante que os professores, gestores educacionais e pesquisadores reflitam sobre a inserção das tecnologias da informação e comunicação (TIC's) na educação, trazendo para a sala de aula o uso de ferramentas que fazem parte do cotidiano dos seus estudantes e assim interferir positivamente na motivação do aluno para o aprendizado. Salientam, porém a necessidade de capacitação dos professores para mediar atividades que utilizam essas tecnologias e a

disponibilidade de estrutura e materiais adequados para que o processo de ensino-aprendizagem ocorra de maneira eficaz, situações que ainda se mostram como barreiras a serem vencidas.

A tecnologia está cada vez mais presente na vida das pessoas e a escola não pode ignorar este fato. A tarefa de ensinar dentro do ambiente escolar, usando quase exclusivamente a metodologia expositiva (tradicional), está cada vez mais difícil, pois os estudantes estão entrando em contato cada vez mais cedo com recursos tecnológicos de acesso maciço a informação, o que torna a escola um local desinteressante e ultrapassado. “A metodologia que tem no professor e no livro didático o centro da transmissão de saberes ficou conhecida como tradicional ou conteudista, e ainda hoje está presente nas salas de aula” (SANTOMAURO, 2009). Assim, se faz necessária a busca por metodologias que possam fazer o estudante desempenhar um papel mais ativo na construção de seu aprendizado, se tornar um sujeito crítico perante as informações que recebe a todo instante e que o professor não seja apenas transmissor de informações, mas um mediador entre conhecimento e aprendizagem.

As demandas da sociedade tecnológica ou pós- internet são muito diferentes daquelas da sociedade prévia ao surgimento da rede. Se antes esperava-se que um estudante no final do curso conseguisse "recitar" todos os tópicos estudados, a sociedade aguarda agora o desenvolvimento de qualidades, muito além do simples depósito de informações, como, a capacidade de análise, de resolver problemas, a criatividade, e a capacidade de se articular socialmente.

Na busca por diferentes metodologias e ferramentas de ensino, que permitam o despertar dos estudantes para as qualidades acima mencionadas, alguns pesquisadores têm procurado entender quais as relações que as narrativas de ficção científica podem ter com o ensino de ciências, e as possibilidades do seu uso em sala de aula para a discussão de diversos aspectos relacionados à ciência e tecnologia.

1.1 A FICÇÃO CIENTÍFICA, FC

A ficção científica leva em consideração aspectos da ciência em seus enredos, como o uso das tecnologias e suas consequências: viagens interplanetárias, viagens no tempo; manipulação gênica, entre outras. Em seu livro “A Verdadeira História da Ficção Científica”, Adam Roberts, diz que não existe um consenso entre os pensadores no que diz respeito ao que é a ficção científica, “*além do acordo que é uma forma de discurso cultural* (em essência literário, mas nos últimos tempos cada vez mais cinematográfico, televisual, de quadrinhos e

relacionados a jogos...) *que envolve a concepção de um mundo, de um modo ou de outro, diferenciado daquele em que os leitores vivem*” (ROBERTS, 2018). O autor ainda diz que alguns críticos apontam a ficção científica como um ramo da fantasia. A diferença seria que na ficção científica há a presença de um discurso materialista científico, muitas vezes envolvendo tecnologia onde a ciência pode ou não estar de acordo com o que conhecemos atualmente.

Piassi, um dos estudiosos da ficção na educação propõe reflexões sobre a inserção da ficção científica no ensino de ciências levando em consideração, principalmente, os aspectos sociais e não somente as leis naturais. *“A ficção científica deve ser considerada não como auxílio ao ensino, mas como uma fonte de questões atuais e as preocupações sobre o papel da ciência e da tecnologia em nossa sociedade”* (PIASSI, 2013).

Levin (2014), diz que *“a ficção científica é, sobretudo, uma indagação sobre o papel e o futuro do homem no mundo. De como o homem usa a tecnologia e a responsabilidade que assume frente a ela, tanto em relação ao mundo natural, como em relação ao mundo social”*. Desta forma, este gênero literário tem grande potencial para ser utilizado no ensino de biologia, permitindo aos estudantes refletirem sobre a relação que possuem com o ambiente e como podem impactá-lo, de forma positiva ou negativa.

Para Piassi e Pietrocola (2009), *“entende-se assim a FC não como um gênero que possui qualquer relação com a ciência, mas sim que emprega uma racionalidade do tipo científica para produzir conjecturas sobre a realidade.”* Mais do que tratar da racionalidade, segundo os autores, a ficção científica trata de sentimentos, como angústias, medos, admiração, etc., o que pode levar a reflexões sobre a nossa realidade. Nesse sentido, Borim e Rocha (2014) destacam que *“este tipo de literatura, trata dos medos e esperanças gerados pelas descobertas científicas, assim como retrata as imagens e os mitos em torno da própria ciência, representando, portanto, uma boa fonte de discussões no âmbito escolar”*.

O grande desenvolvimento tecnológico durante o século XIX teve bastante influência para o surgimento da ficção científica. Alguns autores de obras literárias passaram a incorporar elementos da ciência em seus trabalhos. Piassi (2007) aponta alguns autores como pioneiros do gênero: Mary Shelley, considera a criadora da Ficção científica, e sua obra “Frankenstein”, Júlio Verne com “Vinte Mil Léguas Submarinas” e Hebert George Wells, com narrativas muitas vezes voltadas à crítica social, publicou histórias como “a Máquina do Tempo”, “o Homem Invisível” e “a Guerra dos Mundos”. Ainda segundo o autor, foi o editor norte americano Hugo Gernsback que cunhou o termo ficção científica no século XX. Não se pode deixar de citar Issac Asimov e Arthur C. Clarke, dois grandes autores do gênero no século passado. E também

Marion Zimmer Bradley, criadora das histórias da série “Darkover”. No Brasil, o autor Jeronimo Monteiro fundou a Associação Brasileira de Ficção Científica em 1964 e foi o principal responsável por produzir, divulgar e dar destaque ao gênero, com obras como *Três Meses no Século 81* (1947), *A Cidade Perdida* (1948), *Fuga Para Parte Alguma* (1961), entre outros. Atualmente encontramos a ficção científica não apenas na literatura, mas também no cinema, televisão e jogos. A literatura de FC pode ser classificada em vários subgêneros (SCIFIED, 2014):

- Utopia: traz uma sociedade onde os problemas sociais, econômicos e políticos já foram resolvidos produzindo uma ótima qualidade de vida para os cidadãos.
- Distopia: a sociedade é retratada como sendo o oposto da visão utópica.
- Invasão alienígena: narrativa onde entidades extraterrestres chegam a Terra com o propósito de colonização.
- Apocalíptica: A chegada de eventos cataclísmicos causa enorme destruição e interferem muito no modo de vida da civilização humana.
- Pós- apocalíptica: Após eventos cataclísmicos e a destruição de parte da civilização humana, esta busca se reerguer.
- Cyberpunk: Foca no desenvolvimento tecnológico acompanhado de baixas condições de vida ou a vida a margem da sociedade.
- Pós-Cyberpunk: Assim como o cyberpunk, dá ênfase ao avanço tecnologia de um futuro próximo, porém as personagens buscam melhorar as condições sociais.
- Ecológica: Traz as consequências projetadas resultantes das alterações no ambiente natural.
- Planetária: Ocorrem em planetas diferentes.
- Space Opera: Envolve situações de aventura, explorações e conflitos que ocorrem no espaço.
- Pós-humana: Lida com profundas mudanças na espécie humana ou até mesmo a substituição desta.
- Viagem no tempo: Narrativa que envolve a viagem para o passado ou futuro.
- História alternativa: é o tipo de ficção científica onde se imagina um passado que ocorreu de maneira diferente, alterando toda a sequência de eventos seguintes.
- Steam-punk: Um futuro ambientado no século XIX, onde a máquina de vapor era a protagonista.

1.2 A FICÇÃO CIENTÍFICA NO ENSINO

A ficção científica é uma importante ferramenta a ser utilizada no ensino e pode contribuir para uma abordagem interdisciplinar. De acordo com Martins (2016), a ficção científica “pode ser um mecanismo auxiliador para a compreensão e articulação dos conceitos e temas propostos em diversas áreas do conhecimento, favorecendo ainda mais a interlocução das disciplinas e dos saberes escolares”. O que vai de encontro com o contexto onde o estudante está inserido, pois no mundo real o conhecimento científico não está fragmentado em disciplinas, pelo contrário, aparece de forma interligada nas diversas situações da vida do sujeito. Martins (2016), traz a visão de Carl Sagan sobre a ficção científica e educação:

“O grande interesse dos jovens pela ficção científica é comprovado por filmes, programas de televisão, histórias em quadrinhos, e pela demanda de cursos de ficção científica em escolas e faculdades. Minha impressão é de que tais cursos podem ser uma bela experiência educacional ou um desastre, dependendo do modo como sejam ministrados. Cursos em que as palestras são escolhidas pelos estudantes não lhes dão oportunidade de ler aquilo que ainda não leram. Cursos em que não se façam tentativas de estender a trama da ficção científica para abranger dados científicos pertinentes serão uma grande perda de oportunidade educacional. Apropriadamente planejados, contudo, os cursos de ficção científica nos quais a ciência ou a política sejam componentes integrantes podem ter, ao que me parece, uma vida longa e útil nos currículos escolares”. (SAGAN, C., 1982 apud MARTINS, T., 2016, p.161)

É possível perceber na fala de Carl Sagan que a ficção científica tem um grande potencial para o ensino e utilizar algo que é do interesse dos estudantes para promover o aprendizado de conceitos científicos, desde que haja um planejamento adequado por parte do professor, é extremamente importante.

Segundo Oliveira e Zanetic (2008), ao aliar a ficção científica e educação, a “ideia é possibilitar que o estudante contextualize o conceito estudado também por meio das narrativas, e, desenvolva uma leitura crítica com o tempo”. Um aspecto relevante, quando se pensa em ficção científica e educação, é o conceito de verossimilhança. De acordo com Oliveira e Zanetic (2008), para uma obra de ficção ser verossímil cientificamente é necessário que ela esteja alinhada com o que se possui de conhecimento científico até então. Os autores apresentam algumas formas de levar a ficção científica para a escola baseado na conversa entre a obra e o modelo científico já estabelecido:

- Apresentação de um trecho de obra que mostra um paradigma instigando a curiosidade.
- Análise da verossimilhança científica no uso dos conceitos após a passagem de um trecho da narrativa correlacionando com a teoria.

- O “Jogo dos 7 erros” onde os estudantes buscam discrepâncias nas narrativas buscando verossimilhança científica;
- Criação de analogias, buscando facilitar a visualização de um conteúdo;
- Busca da verossimilhança científica através da análise de uma obra, considerando-se a tríade hipótese-causalidade-conclusão);
- Trabalhos multi e interdisciplinares onde o aluno pode correlacionar conceitos de variadas disciplinas científicas;

Vários caminhos podem ser seguidos, inclusive aqueles que convidam a reflexões mais profundas sobre a relação entre Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS). Piassi e Pietrocola (2007) mostram que a ficção científica não precisa se “fixar no aspecto das leis naturais” mas pode gerar discussões sobre conflitos sociais, receios e anseios da sociedade em relação ao avanço da ciência e tecnologia, ou seja como este pode prejudicar ou auxiliar a humanidade e/ou o ambiente. Segundo os autores, dependendo da obra, ela pode trazer questões sociopolíticas diferentes e isso pode ser explorado em sala de aula.

O uso da ficção científica é um meio de tratar de questões sociais e tecnológicas sem *ensinar tecnologia*, sem converter o ensino de ciências em um curso de tecnologia, mas enfocando-o como uma reflexão sobre o presente para um pensar-agir no futuro. (PIASSI e PIETROCOLA, 2007)

Em Piassi (2015), encontram-se alguns motivos para se utilizar a ficção científica no ensino:

Motivação: O uso da ficção científica se justifica por um suposto interesse que ela é capaz de despertar nos estudantes.

Atitudes: A ficção científica é vista como uma forma de produzir uma relação positiva do estudante com a cultura e o conhecimento científicos.

Cognição: A ficção científica auxiliaria os estudantes no processo de aprendizagem de conceitos científicos.

Habilidades: Algumas habilidades, tais como a criatividade e o pensamento crítico, consideradas importantes na educação científica seriam incentivadas pelo uso da ficção científica.

A ficção científica, segundo Piassi (2015), pode ir além de um simples elemento ou recurso para tornar as aulas mais atrativas. Talvez não só no ensino de ciências, mas em outras disciplinas, ela pode abranger as implicações decorrentes da relação entre ciência, tecnologia e

sociedade e promover reflexões que podem ter grande impacto na aprendizagem de conceitos científicos, mas, sobretudo, na formação dos cidadãos:

Não há dúvida de que tanto a literatura quanto o cinema, em geral, podem ser materiais interessantes em atividades didáticas, mas a ficção científica é, por excelência, o gênero em que as questões socioculturais sobre a ciência são sistematicamente apresentadas como base para a produção ficcional. A boa história de ficção científica cria ligações da vida real às preocupações que temos sobre o nosso futuro, considerado o nosso presente. (PIASSI, 2015)

Escolher uma obra de ficção científica para levar à sala de aula talvez não seja uma tarefa fácil, para Piassi (2013), “precisamos ter um olhar de crítico para reconhecer os méritos da obra em levar os alunos a reflexões que, ao mesmo tempo, façam sentido para eles, mas que, também, os levem a dar passos adiante”. Para o autor é necessário que sejam escolhidas obras “inovadoras e transformadoras” que permitam a interpretação por parte dos estudantes, sem ser muito óbvia ou incompreensível. O autor ainda sugere que o professor incentive os estudantes a buscarem seus próprios interesses na ficção científica, e conflitem seu conteúdo com o conhecimento científico, “isso, certamente, ampliará o universo de possibilidades, que podem, inclusive, envolver outras formas e suportes de expressão, como: os quadrinhos, os videogames ou os jogos de interpretação de papéis (RPG), por exemplo” (PIASSI, 2013).

O projeto europeu de ficção científica e educação (SciFiEd) defende o uso de narrativas como ferramenta de ensino, para com isso, permitir o desenvolvimento do pensamento analítico e criativo, a consciência crítica sobre a ciência, oferecer a oportunidade de explorar visões de um futuro criticando o presente, estimular a reflexão sobre futuros alternativos e também melhorar as habilidades de linguagem. Tudo isso pode auxiliar o estudante a utilizar o conhecimento científico no dia-a-dia e aprender a lidar com problemas sociais e ambientais. O SciFiEd coloca a ficção científica como auxiliadora nas conexões entre a narrativa, ciência, desenvolvimento tecnológico, sociedade, cultura e ambiente.

Muitos pesquisadores têm usado a ficção científica no ensino, principalmente através de romances literários, filmes ou contos. Para Piassi (2007) romances literários, filmes ou contos tem um grande potencial para serem explorados em sala, porém é necessário saber de suas limitações e possibilidades. Uma das vantagens apontadas do filme é a capacidade de apresentar uma noção de realidade, o que pode ser aproveitado na educação. Por outro lado, o tempo de duração de um filme é um fator que dificulta sua utilização em sala de aula. Em relação aos contos do gênero, o autor indica que seu uso tem a vantagem de ser facilitado por serem narrativas curtas, permitindo uma leitura rápida, sobrando tempo para discussões. E por

último, coloca que a utilização de romances literários em sala, apesar de ser bem mais complicado do que o uso de filmes e contos, por conta do fator tempo de leitura, possuem a vantagem de explorarem de maneira mais profunda diferentes aspectos, inclusive científicos, dando uma maior noção de realidade e estimulando a imaginação.

Alguns exemplos da aplicação da FC no ensino de ciências podem ser citados. Piassi e Pietrocola (2007) utilizaram contos de FC de escritores como Isaac Asimov, Arthur C. Clarke e Ray Bradbury para abordar conceitos de física e promover discussões sobre produção do conhecimento científico e relações sócio-políticas da ciência e da tecnologia. A metodologia utilizada nas aulas envolveu a leitura de textos feita pelos estudantes, a recontagem da história feita pelo professor, debates e elaboração de esquemas sobre as situações descritas, resoluções de questões sobre conceitos que apareceram na narrativa e pesquisas complementares.

Os autores Maluf e Souza (2008) tiveram como objeto de estudo o filme Jurassic Park e seu papel na aprendizagem de estudantes de licenciatura em Ciências Biológicas. Em sua pesquisa eles afirmam que o filme se torna uma ferramenta importante, quando exibido no início das atividades, para motivar ou desencadear de aprendizado de conceitos relacionados à biologia molecular e também oportuniza ao estudante a possibilidade de revisão de suas concepções sobre a Ciência. Já Ingui (2010) mostra que a ficção científica pode ser utilizada para levar à sala de aula discussões sobre os aspectos sócio-políticos da Ciência. A autora faz uma análise da potencialidade educativa de um romance intitulado Operação Buraco de Minhoca, onde a narrativa gira em torno de problemas decorrentes do aquecimento global no século XXII e traz um discurso ambiental relacionado à responsabilidade do ser humano em respeitar o planeta e repensar o modelo de desenvolvimento econômico. Machado (2008) aponta a ficção científica no ensino como forma de promover reflexões, discussão e desenvolvimento de um pensamento crítico sobre o papel do ser humano no meio ambiente e as consequências futuras de um comportamento exploratório e dominador e controlador dos recursos ambientais. O autor cita diversas obras que podem ser levadas à sala de aula para discutir conceitos diversos, sobretudo sobre a temática ambiental, como por exemplo, Jornada as Estrelas, Blade Runner (1982), A Corrida Silenciosa (1972), Waterworld- o Segredo das Águas (1995), O Mensageiro (1997), entre outras.

1.3 PLANOLÂNDIA, UM ROMANCE DE MÚLTIPLAS DIMENSÕES

O filme Planolândia, foi baseado no romance de ficção científica do educador e teólogo Edwin A. Abbott, de 1884. A narrativa de Planolândia traz críticas sociais em forma de sátira, em relação ao papel da mulher na sociedade, o conservadorismo religioso, a hierarquia de classes, a discriminação do “diferente”, e a negação do desconhecido, ressaltando a limitação dos nossos sentidos em perceber algo que ainda não entendemos, coisas que são muito pertinentes para a sociedade atual.

Segundo Banchoff (1990), na Inglaterra e em outras partes do mundo no século XIX, existiam vários autores preocupados em se aprofundarem no estudo das dimensões geométricas. Um dos caminhos seria a partir da geometria plana para geometria sólida e assim por diante, que foi o que fez Abbot e outros autores, praticando o exercício de tentar imaginar uma criatura que vive num mundo de duas dimensões e parte para outro com três dimensões. Ao abordar estas questões dimensionais, Abbott pretendia mostrar a relação entre milagre e ilusões e que muitas vezes, novos conhecimentos podem nos fazer mudar de visão e reavaliar tais situações com base em fatos reais, mostrando que não podemos tomar como base para nossas crenças ideias não sólidas e incertas.

A estória se passa um universo bidimensional ocupado por figuras geométricas vivas - quadrados, triângulos, círculos, etc. A personagem Quadrado A, advogado, encontra-se no meio de duas reviravoltas: a ascensão da lei marcial pela liderança circular da Planolândia, e a chegada de Esfera A, uma criatura de um mundo tridimensional, até então desconhecido. Ambos embarcam em uma aventura de descobertas e questionamentos sobre o contexto social onde vivem e mostram que sempre pode haver outras maneiras de enxergar o mundo.

1.4 OBJETIVO GERAL

Usar a narrativa da obra de ficção científica *Planolândia, um romance de muitas dimensões*, como material de apoio para produzir, aplicar e avaliar uma ferramenta educacional em formato de sequência didática para o estudo de conceitos de biológicos.

1.5 METAS

- Escolha das partes da narrativa (filme ou texto literário) que permitam a discussão de conceitos biológicos e produção de atividades ao redor destas para uso em sala de aula.
- Formatação da ferramenta educacional e aplicação.
- Análise da eficiência da ferramenta educacional no processo ensino-aprendizagem.

2 METODOLOGIA

As atividades foram realizadas em uma turma de trinta e três estudantes de terceiro ano do ensino médio, do Colégio Estadual Professora Marli Queiroz Azevedo, localizado em Curitiba, Paraná. O filme "Planolândia", lançado em 2007 e dirigido por Ladd Ehlinger Jr, foi o ponto de partida do trabalho. Nele foram identificadas passagens que permitissem, por analogia ou menção direta, o trabalho de conceitos biológicos junto aos estudantes. Tendo identificadas tais passagens e escolhidos os conceitos ou temas biológicos a tratar, foi construída uma sequência didática, onde usando-se de textos adicionais realizou-se a descrição, análise e discussão dos mesmos, ocasionalmente seguidas de atividades de criação por parte dos estudantes. Estas últimas permitiram de maneira lúdica avaliar o efeito da atividade na compreensão dos conceitos tratados e no desenvolvimento de habilidades como trabalho em equipe, capacidade de arguição e criatividade por parte dos estudantes.

2.1 Estratégia geral da sequência didática

Os estudantes assistiram ao filme “Planolândia” previamente e em sala foram analisados trechos específicos da trama, que deveriam ser escolhidos por eles e pelo professor. O filme permitiu abordar temas biológicos como a manipulação genética, a eugenia, as limitações da nossa percepção; e ainda temas do âmbito sociológico, como a tolerância ao diferente.

2.2 I. Objetivos da Ferramenta educacional (sequência didática)

Biológicos/científicos

No final da aplicação da sequência didática o aluno deverá ser capaz de:

- Explicar de maneira geral os mecanismos para obter organismos manipulados geneticamente
- Argumentar sobre as implicações éticas, sociais e biológicas da manipulação genética.
- Discorrer sobre a falibilidade dos sentidos; da nossa percepção do mundo e da necessidade de ter a mente aberta ao diferente, a novas perspectivas ou interpretações do mundo; ao desconhecido ou ainda àquilo que não conseguimos compreender.

Não biológicos

- Argumentar sobre as dificuldades inerentes a aceitação de perspectivas ou ideias do mundo diferentes a nossa.

2.3 A sequência didática

Aula 1

Tópico: Discussão do filme. Individualmente os alunos compartilharam impressões do filme e fragmentos deste que chamaram a sua atenção. O significado destes foi discutido em conjunto.

Tabela 1. Trechos do filme Planolândia destacados e discutidos em sala de aula.

Trecho do filme (min.)	Informação contida e possibilidades de discussão
4'00"	Menção a um grupo de seres que habitam a planolândia com características diferentes (cromatistas).
4'30"	Frase “ mantenha sua forma” – diferenças são ruins? Processo de reconfiguração: (analogia a manipulação genética)
4'31"	Preserve sua forma’ como forma de saudação de despedida... (aversão ao “diferente”)
5'50"	O presidente fala sobre o nascimento de um filho com uma borda irregular e sua posterior reconfiguração. (instigar a elaboração de analogias biológicas com o mundo atual)
7'25"	Os que foram reconfigurados sofrem preconceito. (O processo de reconfiguração pode ser utilizado para discutir manipulação genética e suas implicações éticas)
10'25"	O pai quadrado discute com o filho pentágono por estar usando coloração. Cromatismo é um tabu na sociedade de Planolândia (aversão ao “diferente”)
15'47"	A prisioneira fala sobre seu sonho de uma terra diferente a Planolândia e recebe como resposta que ‘sonhos vão perfurar, cortar e segmentar sua pessoa até a morte’. (Pode se fazer uma analogia com o que aconteceu literalmente aos pensadores que foram contra o convencional durante a história da humanidade.)
19'00"	Ocorre um massacre dos habitantes cromatistas. Embate entre Cromatismo e reconfiguração. Os diferentes são discriminados, como se fossem imperfeitos. (Forma X moral)
21'25"	‘Igualdade para todos os cidadãos’ significa que todos eles devem ser iguais? ‘ Será que alguém entre nos acredita seriamente que não há conexão entre geometria e irregularidade moral? ’ (Intolerância às diferenças)
24'30"	O presidente círculo mostra preocupação em sua fala, após o massacre dos cromatistas. História, preocupação com repercussão futuras das escolhas feitas
32'00"	Quadrado A vai até Linhalândia e discute com os habitantes de lá. Ponto de vista diferente (aceitação de visões diferentes do mundo)
44'00"	Aparição do ser da 3D e há conflito entre pontos de vista. (Percepção do que é real, existência de outras visões de mundo.)
47'05"	Quadrado A fala sobre a Esfera A estar usando um truque cromatista. (Sobreposição de uma ideologia sobre outra.)
1h	Esfera A tenta conversar com o presidente círculo e falar sobre a terceira dimensão, mas é atacado e a aparição foi proibida de ser divulgada para a população. (Resistência ao conhecimento novo e manipulação das informações).
1h05'	Alguns habitantes de EspaçoLândia seguram cartazes que rejeitam a existência de Planolândia e em seguida são mortos pela polícia. (Qual é o significado do massacre?)
1h15'	Seres do mundo tridimensional discriminam aqueles do mundo bidimensional em um julgamento por serem diferentes. (Ciência como construção histórica do conhecimento. Aversão ao “diferente”)
1h18'	Julgamento sobre permitir que os habitantes de Planolândia continuem vivendo. (Seria uma analogia a nosso dever para a preservação de organismos mais simples ou diferentes, ou ‘anômalos’?)



Fig. 1 – Trecho 4'30". A frase preserve sua forma como saudação. Planolândia, 2007.

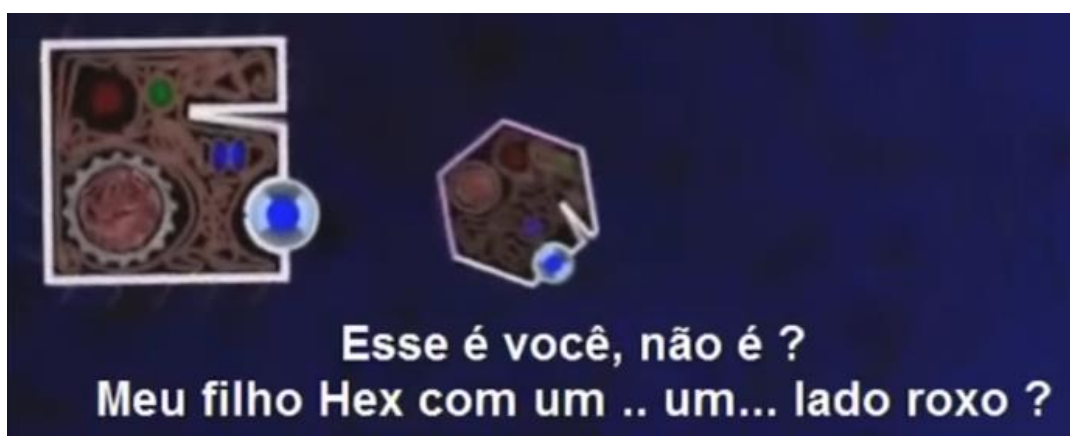


Fig. 2 – Trecho 10'25". Cromatismo é um tabu na sociedade de Planolândia. O pai quadrado discute com o filho pentágono por estar usando coloração. Planolândia, 2007.

Aula 2

Tópico: estratégias de manipulação genética

Os estudantes foram orientados a fazer a leitura prévia de um texto que resumia os eventos biológicos em que se baseiam as estratégias de manipulação genética e sobre as técnicas de manipulação propriamente ditas (Apêndice F). A seguir deveriam desenvolver, em grupo e em sala, modelos em massinha com a técnica de *Stop Motion* ou até mesmo animação em desenho utilizando bloco de papel. Os estudantes poderiam usar o aplicativo *Stop Motion Studio*, encontrado na PlayStore da Google, ou qualquer outra ferramenta similar. .

Eventos biológicos e técnicas abordados no texto

- Recombinação homóloga
- Endonucleases, ligases, polimerases, recombinases

- Conjugação, transformação
- Biobalística, eletroporação
- Silenciamento (RNA de interferência)
- CRISP-Cas9

A tarefa final para esta aula era a apresentação das animações produzidas pelos grupos.

Aula 3

Tópico: Impactos da manipulação genética na sociedade

Os estudantes foram orientados a fazer a prévia leitura de textos variados, abordando os tópicos como ética na manipulação genética, eugenia, expressão gênica, etc., e em sala foi feita uma discussão sobre impacto da manipulação genética (e outras) na sociedade com base nas seguintes perguntas norteadoras:

- 1) Todo avanço tecnológico carrega um bônus e um ônus. Embora o primeiro seja facilmente reconhecido, devido à forma com que facilita a vida cotidiana, o segundo geralmente é negligenciado. Portanto, qual ônus do uso das tecnologias para a sociedade?
- 2) A possibilidade de manipulação do DNA é um fato. O que ela significa? De que ferramentas ou estratégias os cientistas se utilizam para sua implementação?
- 3) O que é um gene? Se as informações que determinam a cor dos olhos, do cabelo, a altura, estão contidas nos genes, podemos afirmar o mesmo para qualidades como inteligência, percepção, personalidade, depressão, etc.?
- 3) Se a sociedade tem a sua disposição um arsenal de ferramentas que permitem a manipulação genética da natureza, será que existe o risco de uma eugenia? O que é eugenia?
- 4) Quando surgiu a eugenia? Cite alguns exemplos de eugenia no mundo
- 5) Se é possível modificar o genoma de um organismo, seria aceitável que a sua progênie fosse modificada também? Poderíamos colocar um limite?
- 6) Com a possibilidade de modificações no DNA, seria errado o ser humano querer corrigir seus defeitos e inabilidades? Será que é mero capricho e egoísmo?
- 7) Gêmeos idênticos possuem a mesma constituição genética. Isto significa que são iguais em todos os aspectos?
- 8) As nossas diferenças poderiam ser usadas para separar as pessoas em categorias? Existem exemplos na história? Ou seja, a disponibilidade da manipulação genética para alguns segmentos da sociedade nos levará à separação social?

9) A genética de uma pessoa define quem ela vai ser? Será que existem influências ambientais que podem mudar a expressão genética? Nossa personalidade é imutável?

10) O quão diferente nós somos das outras espécies? Será que essas diferenças nos colocam num patamar superior na escala evolutiva? Como explicamos que nós humanos, popularmente dita a espécie “mais evoluída”, tenha menos genes do que algumas plantas e quase a mesma carga genética que um camundongo? Onde reside realmente o que nos torna tão diferentes?

Os textos utilizados foram O impacto ético das novas tecnologias de edição genética (BERGEL, 2017); Eugenia, a biologia como farsa (DIWAN 2017); O que faz de você, você (SGARIONE e NARLOCH, 2007); Somos 99% chimpanzé (LOPES, 2012).

Aula 4

Tópico: percepção e pluralidade

Os estudantes foram orientados a fazer a leitura prévia do texto “A falibilidade da percepção” (SEKULER E BLAKE, 2016). Em sala, fizeram alguns experimentos sobre o assunto, e em conjunto participaram de uma discussão da experiência guiada pelo professor, utilizando-se as seguintes questões norteadoras:

1) O que é real? Como definimos a realidade? A realidade é a mesma para todos?

Podemos adotar a postura da inexistência de um evento físico ou biológico particular? Ou mesmo na ausência de evidência a favor devemos deixar a chance para o improvável?

Após a aula os estudantes deveriam responder as seguintes questões: Existem diversas formas de ver o mundo, de interpretar os fenômenos que ocorrem ao nosso redor? Como você enxerga este fato na sociedade em que vivemos? Podemos ter certeza absoluta de qualquer fenômeno? Como o método científico ajuda na leitura do mundo em que vivemos?

Aula 5

Tópico: A ciência versus senso comum

Os alunos seriam orientados a fazer a leitura prévia de textos sobre cientistas cuja visão do mundo foi rejeitada pela comunidade e posteriormente aceita e vice versa. Feito isso, realizariam uma pequena apresentação “lúdica” de cada um deles. A apresentação teria que ter algum componente lúdico, longe de um seminário convencional. Os pesquisadores ou ideias sugeridas para esta aula seriam: Gregor Mendel, Ignaz Semmelweis (antisepsia), William B. Coley (imunoterapia), Barry Marshall (bactéria *Helicobacter pylori*), Francis Peyton Rous (câncer animal), geração espontânea, tábula rasa, frenologia.

A tarefa para o final desta aula era responder aos questionamentos: “A ciência é infalível? Podemos dizer que os resultados obtidos em uma pesquisa científica podem ser considerados absolutos e imutáveis? ”

2.4 Avaliação

A avaliação da sequência didática proposta foi feita a partir das produções dos estudantes, seja o material escrito ou lúdico (vídeos). A análise deste material foi realizada pela estratégia de análise do discurso. O professor fez também, ao longo das atividades propostas, anotações referentes ao engajamento dos alunos, participação, criatividade, cooperação, interação e iniciativa.

3 ASPECTOS ÉTICOS

O presente trabalho foi submetido à apreciação da Coordenação de Assuntos Acadêmicos da Secretaria de Educação do Estado do Paraná (SEED-PR) e aprovado (número do parecer: 3.668.336) pelo Comitê de Ética em Pesquisa em Seres Humanos do Setor de Ciências da Saúde UFPR.

4 RESULTADOS

4.1 Aula 1 – Discussão do filme

Antes do primeiro encontro os estudantes deviam assistir ao filme de maneira ativa, realizando anotações de trechos ou diálogos que chamassem a sua atenção. Em sala compartilhariam as suas impressões e estas seriam posteriormente discutidas. O objetivo desta aula era promover o debate sobre situações ilustradas na narrativa de Planolândia e instigar a reflexão sobre conceitos biológicos a elas relacionados. Porém, o interesse em assistir ao filme em casa, realizar a leitura do livro, ou até mesmo buscar informações adicionais, foi ínfimo na turma. Apenas um estudante assistiu ao filme completo, outros dois parcialmente e nenhum deles leu o livro. Quem não realizou esta atividade alegou como principal motivo a falta de tempo.

Assim, durante a aula foram exibidos trechos do filme previamente escolhidos pelo professor. Os estudantes acharam a temática de fácil compreensão, inclusive mencionaram ser interessante e atual, tendo eles conseguido estabelecer relações com situações reais de nossa sociedade. Porém, a discussão dos temas ficou por conta de menos da metade da turma, sendo que o restante preferiu simplesmente concordar com os colegas ou não emitir opiniões. As principais ideias levantadas pelos estudantes, foram: preconceito e discriminação, o papel da mulher na sociedade, a desigualdade social, a hierarquia de classes, a manipulação do DNA e o conflito de ideias (Apêndice A).

Em seguida, como forma de verificar o quanto os estudantes conseguiram se apropriar dos acontecimentos da narrativa, foi aplicado um formulário com questões relacionadas ao filme (Tabela 2, Apêndice B).

Tabela 2. Distribuição de acertos para as questões contidas no formulário disponibilizado sobre o filme Planolândia.

Nº	Questão	Acertos (%)
1	Indique o número de dimensões percebido no mundo de Planolândia.	40,9
2	Indique uma das dimensões não percebida em Planolândia.	36,4
3	Qual das personagens a seguir não se encontra na narrativa?	63,6
4	Indique a personagem que é representada por linhas em Planolândia.	100
5	Na sociedade de Planolândia existe um forte conflito de ideias, que envolve:	77,3
6	O cromatismo em Planolândia poderia representar:	31,8
7	Em Planolândia existe uma hierarquia de formatos geométricos. O presidente é representado por:	72,7
8	O processo de reconfiguração em Planolândia consiste em:	77,3
9	Quando o ser proveniente da espaçolândia aparece para Quadrado A em Planolândia, qual é o seu formato? Como o quadrado enxerga ele?	27,3
10	O Quadrado A de Planolândia é levado até Espaçolândia. Como ele é recebido?	81,8
11	Processo, que em Planolândia, pode servir como analogia para a manipulação genética.	68,2

A média de acertos, considerando as onze questões de múltipla escolha, foi de 61,5%. Esta é uma média razoável, porém, é possível que não reflita a real compreensão do filme pelos estudantes, pois algumas das perguntas mais simples e menos sujeitas à múltipla interpretação (questões 1, 2 e 9) foram as que tiveram menor número de acertos. Por exemplo, uma parcela significativa dos estudantes não conseguiu entender que Planolândia é um mundo bidimensional; que a altura nele não é percebida e também não conseguiu abstrair a aparência de um ser tridimensional neste ambiente, mesmo sendo todas estas situações evidentes a todo momento no filme. Entretanto, os discentes conseguiram estabelecer relações entre a narrativa e o mundo real. Por exemplo, o processo de reconfiguração geométrica foi reconhecido,

conforme esperado, como uma metáfora da manipulação genética, como mencionado por alguns deles:

Estudante: “...a ciência está envolvida na chamada “reconfiguração”, que faz com que as formas imperfeitas possam ser ajustadas, com a nossa tecnologia chamada de “CRISPR”. ”

Estudante: “...modificação genética, conflitos morais, a manipulação das formas para que fiquem perfeitas, as formas serem imperfeitas serem menosprezadas...”

As respostas discursivas correspondentes a questão 12 do formulário foram categorizadas pela técnica de análise do discurso (Tabela 3). Delas podemos inferir que a maioria dos estudantes apontou como sendo o principal assunto do filme o preconceito e discriminação ou a diversidade na forma de percepção do mundo, e conseguiu ilustrar sua escolha com algum exemplo do cotidiano.

Tabela 3. Categorias resultantes na avaliação da questão 12 do formulário Planolândia por meio da técnica de análise do discurso.

QUESTÃO	CATEGORIAS	n*
Qual é o tema central abordado?	Preconceito e discriminação	4
	Diversidade na forma de Percepção do mundo	4
	Diversidade de formas corporais	3
	Crítica social.	2
Faça uma analogia de algum dos tópicos abordados no filme com situações da nossa sociedade ou na natureza.	Padrões sociais e discriminação	7
	Sexismo	3
	Organização social	1
	Riscos de procedimentos médicos	1
	Retrato de situações históricas com conflito de ideias e interesses	1

*Valor n corresponde ao número de respostas que foram incluídas na categoria correspondente.

A tarefa final proposta para esta aula foi a de responder a questão “*Como podemos relacionar os acontecimentos do filme Planolândia com aspectos atuais da sociedade, da ciência e da tecnologia?*” Pode-se observar que na fala dos estudantes aparecem certas palavras ou frases que se repetem e as principais relações que eles estabeleceram entre o filme e o mundo real dizem respeito a: crítica social, padrões sociais, preconceito/discriminação e manipulação do DNA (Tabela 4, Apêndice C).

Tabela 4. Categorias resultantes da análise da tarefa final da aula 1.

Categoria	n*
Padrões sociais	9
Manipulação do DNA	6
Preconceito e discriminação	5
Crítica social	3

*Valor n corresponde ao número de respostas que foram incluídas na categoria correspondente.

Portanto, pode-se considerar que o objetivo desta aula foi cumprido, pois baseando-se nos dados coletados é possível constatar que os estudantes conseguiram relacionar elementos da narrativa do filme com o contexto social onde eles próprios estão inseridos, assim como alinhar a narrativa como uma metáfora das possibilidades das técnicas de manipulação do DNA.

4.2 Aula 2 – Estratégias de manipulação genética

Utilizando a estratégia de aula invertida, os estudantes foram incumbidos de estudar o material disponibilizado pelo professor e procurar outros, que lhes permitissem desenvolver a atividade de criação de vídeos em sala sobre temas relacionados à manipulação do DNA. No dia do encontro em sala, apesar das orientações prévias, os estudantes não se mostraram preparados para o desenvolvimento da atividade, pois não trouxeram os materiais necessários, nem anotações referentes ao tema a ser trabalhado durante a aula. Como forma de mitigar as dificuldades para o início da produção das animações o professor distribuiu textos e imagens de apoio, bem como massa de modelar, folhas coloridas, tesoura e barbante.

Durante a construção do vídeo em sala, os estudantes se mostraram empenhados. No entanto, devido ao atraso causado pela falta de preparação prévia para o trabalho, ficou acordado que este fosse finalizado em casa. O encontro seguinte, destinado a apresentação das animações produzidas pelos grupos, não se materializou, pois nenhum deles concluiu a tarefa a tempo. Sendo assim, os vídeos foram enviados posteriormente ao professor. Para a confecção das animações os estudantes se utilizaram de versões livres dos programas *Vegas pro 15*, *Cut* *cute for android*, *Stop Motion Studio* e *Movie Studio Platinum*, todos disponíveis na internet.

Para análise do material produzido foram estabelecidos cinco parâmetros: duração do vídeo, uso dos conceitos referentes ao tema, criatividade na apresentação, clareza no conteúdo apresentado e engajamento dos estudantes. Estes, elencados na tabela 5.

Tabela 5. Parâmetros utilizados para analisar a qualidade dos vídeos criados pelos estudantes sobre o tema “técnicas de manipulação gênica”.

PARÂMETRO	Insuficiente	Suficiente	Boa	Ótima
DURAÇÃO	3	0	0	1
USO DOS CONCEITOS REFERENTES AO TEMA	2	1	1	0
CRIATIVIDADE NA APRESENTAÇÃO	2	1	0	1
CLAREZA NO CONTEÚDO APRESENTADO	2	1	1	0
ENGAJAMENTO DOS ESTUDANTES	0	3	1	0

O primeiro parâmetro “duração” está relacionado ao tempo necessário para explorar o tema de forma adequada. O segundo parâmetro “uso dos conceitos referentes ao tema” diz respeito à qualidade das informações utilizadas pelos estudantes. O terceiro, “criatividade na apresentação” refere-se ao quanto os estudantes se apropriaram de elementos visuais e sonoros diferentes e chamativos para expor as informações. O quarto, “clareza no conteúdo apresentado” está associado à forma com a qual os estudantes desenvolveram o tema, ou seja, se conseguiram abordar os conceitos de forma que fosse compreensível para o público. E o último parâmetro, “engajamento dos estudantes” tem relação com o quanto os estudantes se esforçaram para produzir um material de qualidade, de acordo com o que foi proposto e valorizando o trabalho em grupo.

Era esperada a produção de seis animações, mas somente quatro foram finalizadas pelos estudantes. De maneira geral, o material confeccionado foi qualificado como “insuficiente” de acordo com os parâmetros de análise (Tabela 5). Destaca-se o contraste entre a ativa participação dos discentes na construção do vídeo em sala e a falta de interesse na realização das atividades prévias, como a procura e leitura de textos e a organização do material necessário.

Esperava-se que os estudantes, através de uma atividade lúdica de criação, se sentissem motivados à aprendizagem e a buscar mais informações sobre o assunto, o que não ocorreu. Poucos vídeos foram considerados bons e ótimos nos parâmetros analisados, demonstrando que o objetivo da aula não foi cumprido com sucesso.

Os vídeos produzidos abordaram a técnica CRISPR de manipulação (<https://youtu.be/IKuur5O2INg>); a eletroporação (<https://youtu.be/lnXy1dTauLo>), a atividade de enzimas como endonucleases e ligases (<https://youtu.be/hfsIeMJnDSw>) e o processo de transformação bacteriana (<https://youtu.be/MuM-kQ-bmQ8>).

4.3 Aula 3–Impactos da manipulação genética na sociedade

Nesta aula, os estudantes, após a leitura prévia dos materiais disponibilizados pelo professor, e fazendo uso de questões norteadoras, deveriam empenhar-se em uma discussão, abordando o tema manipulação genética. A leitura dos textos foi realizada por metade da turma, a outra metade se justificou alegando, novamente, a falta de tempo. Aqueles estudantes que leram o material acharam que os textos foram de baixa ou média dificuldade e não experimentaram problemas de compreensão. Durante a aula, o professor agiu como mediador, lançando as perguntas aos estudantes e estimulando a discussão e reflexão, sendo que houve a participação de mais da metade da turma e poucos não manifestaram opiniões. Porém, de maneira geral, analisando-se a atuação da turma, pode-se constatar que ela não foi tão expressiva em relação à qualidade, ficando evidente a falta de preparação prévia dos estudantes, pois, quase não houve menção ou referência aos materiais de estudo disponibilizados previamente.

Quando consultados, os estudantes afirmaram ter compreendido bem os conceitos básicos do tema abordado. Porém, o objetivo desta aula era estimular os estudantes a discutirem o tema em questão, darem suas opiniões, argumentarem e contra argumentarem, o que não aconteceu como esperado. Ao invés de um debate a aula se tornou uma conversa na forma de uma aula expositiva dialogada. Os discentes emitiram opiniões e dúvidas em relação as perguntas norteadoras, mas sem fundamentação sólida, provavelmente pela falta de aprofundamento nas leituras indicadas, e de interesse em buscar outras. Desta forma, a afirmação dos estudantes sobre terem uma boa compreensão do tema não reflete a realidade. Como não ocorreu a discussão prevista, a análise do discurso das respostas dos estudantes não pode ser realizada mais afundo.

No debate, a falta de profundidade resultante pode ser ilustrada com algumas respostas ou afirmações dos alunos:

- a) Ao serem questionados sobre eugenia, as respostas dos estudantes foram no sentido de que esta é a criação de uma raça superior, excluindo-se as pessoas que não possuem as características desejáveis:

Estudante: *“É querer fazer uma raça saudável, você mata quem é preto, pobre do povão”.*

Professor: *“Você está dizendo que ser branco é bom? ”*

Estudante: *“Não, porque se você for branco, pobre e feio também é ruim. ”*

- b) A turma, de maneira geral, levantou a questão do Darwinismo social de Francis Galton, baseada na ideia de seleção natural de Charles Darwin. A fala a seguir reflete a relação da distorção das ideias de Darwin com as ideias eugenistas.

Estudante: “ *Mas professor, era para animais* ”

Assim, apesar de os alunos mostrarem em suas falas a preocupação com a eugenia e terem exibido certo entendimento sobre o assunto, eles foram incapazes de apresentar argumentos contra o pensamento eugenista de maneira clara. Em relação à expectativa do professor, o ideal era que todos os estudantes tivessem lido os textos e procurado se informar mais sobre os assuntos, para que a discussão fosse mais rica, com toda a turma participando ativamente, e fazendo referência ao material disponibilizado previamente. Contudo, a atividade realizada foi razoavelmente aceitável e o objetivo parcialmente cumprido, pois os estudantes puderam fazer reflexões, demonstraram senso crítico, discutiram suas ideias, expuseram suas visões e os seus conhecimentos, apesar não terem se aprofundado tanto.

4.4 Aula 4 – Percepção e pluralidade

A atividade que deveria ser realizada pelos estudantes em casa, antes da aula, consistia em fazer a leitura de um conjunto de textos. Em sala realizaram experimentos, basicamente visuais, em conjunto com o professor e foram estimulados a reflexão e discussão sobre percepção. A aula começou com duas perguntas norteadoras:

Conseguimos perceber tudo que existe no ambiente ou será que algo só existe se pode ser percebido?

A percepção do ambiente é diferente entre espécies de seres vivos?

As respostas dos estudantes foram de encontro à ideia de que conseguimos perceber tudo no ambiente e que para que as coisas existam não necessariamente precisam ser percebidas. De maneira geral, a turma considerou afirmativamente, que cada ser tem uma forma de perceber o ambiente e ficaram intrigados em tentar imaginar as percepções de uma planta ou de um inseto. Ao serem questionados sobre se a percepção do ambiente dentro da espécie humana varia de pessoa para pessoa, a resposta geral foi afirmativa, já que cada pessoa tem sua experiência de vida e isso pode influenciar nas vivências futuras de cada um, pois existem aqueles que possuem deficiências, distúrbios visuais, olfativos etc. Foi um exercício

interessante para instigar a reflexão sobre o tema, apesar dos alunos terem feito pouca referência aos textos indicados para estudo.

Durante a realização das experiências sobre percepção foi frequente o surgimento de divergências nas respostas sobre o que cada um conseguia experimentar. Alguns questionaram e chegaram a sugerir que existiam erros nas imagens para justificar a confusão no modo de entendê-las. Foi citada a percepção dos habitantes de Planolândia e questionados se talvez nós não estaríamos deixando de perceber uma quarta dimensão. Com esta aula ficou claro para a turma que cada um percebe e interpreta o estímulo de uma maneira diferente, pois são cérebros diferentes, mesmo que o contexto onde se está inserido seja o mesmo.

A tarefa final dos estudantes era fazer uma redação que incluísse as respostas para as seguintes questões: *“Existem diversas formas de ver o mundo, de interpretar os fenômenos que ocorrem ao nosso redor? Como você enxerga este fato na sociedade em que vivemos? Podemos ter certeza absoluta de qualquer fenômeno? Como o método científico ajuda na leitura do mundo em que vivemos?”*. Nenhum estudante realizou a atividade em forma de redação. O que eles fizeram foi, com umas poucas linhas, darem respostas simples a todas as questões, o que demonstra talvez a dificuldade em discorrer sobre o tema ou ainda falta de base teórica. As respostas dos estudantes (Apêndice D) foram categorizadas, conforme seu discurso.

Tabela 6. Respostas dos estudantes à tarefa final da aula 4 categorizadas conforme a técnica de análise do discurso

CATEGORIAS	QUANTIDADE
Diferentes formas de ver o mundo	8
Relação com a Narrativa de Planolândia	4
Ciência e Sociedade	3
Preconceito e discriminação	3
Uso de internet e redes sociais	2
Dificuldade em aceitar novas ideias	1

Percebe-se, através da tabela e também das respostas de cada estudante (Apêndice D), que a maioria considerou a diversidade em formas de percepção e foram estabelecidas relações com a narrativa do filme, com a internet e a ciência. Durante a aula o professor conversou com os estudantes sobre essa diversidade de formas de ver o mundo; de como ela pode levar ao conflito de ideias. Isto pode estimular a busca por um conhecimento novo ou ainda evidenciar a dificuldade em aceitá-lo, mesmo sendo científico; e também ao preconceito e discriminação, devido à existência de padrões socialmente impostos.

O objetivo desta aula era fazer uma discussão sobre percepção, o que ocorreu de forma satisfatória, conforme o esperado, pois os estudantes participaram ativamente dos experimentos e emitiram suas opiniões e refletiram sobre o tema. Porém, esperava-se um maior comprometimento em relação à leitura prévia dos textos disponibilizados, apesar de metade da turma tê-la realizado.

Com o intuito de receber um retorno dos alunos sobre o uso do filme como ferramenta pedagógica, uma última questão foi lançada aos estudantes. As respostas dos estudantes (Apêndice E) colocam os filmes como importantes aliados no ensino, principalmente porque, nas palavras deles próprios

“ fogem do comum”; porque é interessante”; “chama atenção”; “ajudam a compreender melhor os conceitos de biologia”; “é uma forma de ensino que explora outros pontos de vista”; “ajudam a refletir sobre o tema”; “possuem mensagens e críticas”.

4.5 Aula 5 – A ciência versus senso comum

Nesta aula os estudantes deviam fazer um levantamento bibliográfico de modo a encontrar exemplos de cientistas que foram alvo de críticas e dúvidas e realizar uma apresentação lúdica ilustrando o fato. Entretanto, a aula não se concretizou devido às outras atividades escolares que os estudantes necessitavam desempenhar e que não foram consideradas no cronograma de aplicação da sequência didática, como por exemplo trabalhos referentes ao processo avaliativo do trimestre. A continuidade da sequência didática se daria no ano seguinte, com outra turma de terceiro ano, onde poderiam ser realizadas comparações. Mas a aplicação desta aula foi prejudicada novamente pois, por questões de saúde, as aulas foram suspensas na rede estadual de ensino do Paraná.

5 DISCUSSÃO

A sequência didática construída no presente trabalho teve como ponto de partida trechos do filme e textos da obra de ficção científica *Planolândia, um romance de muitas dimensões*, de Edwin Abbott. A sequência, foi formada por cinco aulas, que envolveram, além da utilização do filme, estratégias como a leitura de textos, o debate, a produção de vídeos e a aula invertida. Buscou-se verificar se o conjunto das atividades propostas poderia contribuir para o

enriquecimento das aulas de biologia. Sendo assim, observaram-se alguns aspectos que podem ser aqui discutidos, como por exemplo, a falta de interesse dos estudantes em realizar algumas atividades, as abordagens para se trabalhar com filmes e a ficção científica em sala de aula, a utilização de metodologias ativas (aula invertida, debate, criação de vídeos) e a dificuldade dos estudantes perante estas.

A utilização de filmes como ferramenta educacional desperta o interesse de variados autores no campo da educação. Para Duarte (2009),

“[...]os filmes funcionam como porta de acesso a conhecimentos e informações que não se esgotam neles. Mesmo aqueles considerados ruins, podem despertar o interesse e estimular a curiosidade em torno de temas e problemas que, muitas vezes, sequer seriam levados em conta”

Portanto, qualquer filme pode ser utilizado em sala de aula, desde que respeitada a classificação indicativa e que haja planejamento adequado. Napolitano (2013) aponta que em uma atividade com cinema na sala de aula o professor precisa assumir um papel de mediador, estimulando a leitura crítica, enfrentando o desafio de propor relações entre o conteúdo escolar e o conteúdo do filme. Nesse sentido, o objetivo da sequência didática baseada na narrativa de *Planolândia* foi justamente o de incentivar os estudantes a refletirem sobre as questões biológicas e sociológicas nele metaforicamente representadas, e a sua relação com a nossa sociedade. Não basta simplesmente exibir filmes, é necessário explorá-los de forma que possam servir como ferramentas onde se consiga desenvolver a criticidade e assim promover o aprendizado. Conforme se observa nas respostas dadas pelos estudantes (Apêndice E) houve uma boa aceitação da utilização deste tipo de recurso nas aulas. Segundo eles, porque a atividade “*foge do comum*”, “*é interessante*”, *ajuda a refletir*”, *possui mensagens críticas*”. Contudo nenhuma dessas qualidades aparentemente os instigou o suficiente a se engajarem nas atividades que se seguiram à sessão de cinema.

No caso do uso de filmes de ficção científica no ensino alguns autores concluem que eles têm um grande potencial educativo e provocador de reflexões, muitas vezes agindo até mesmo como influenciador, interferindo na escolha das futuras carreiras dos estudantes. Nishitani (2007) trabalhou com os filmes *Contato* (Robert Zemeckis) e *Corrida Silenciosa* (Douglas Trumbull) para analisar a relação da ficção científica com a formação de valores e a ética planetária, e apesar de não ter conseguido obter respostas conclusivas, percebeu que houve sensibilização dos estudantes para o tema. O autor constatou, através das atividades desenvolvidas, que a utilização de filmes de ficção científica em sala de aula contribuiu para

uma melhora na relação professor-estudante, permitiu aliar sentimento e cognição e facilitou ainda discussões que foram além do conteúdo formal, algo também observado com a aplicação da sequência didática produzida e aqui discutida para a obra *Planolândia*.

Takata (2017) traz um apanhado de considerações sobre a utilização da ficção científica em sala, sobretudo sobre suas contribuições como estimular o desenvolvimento de senso crítico sobre suas possíveis aplicações; permitir a problematização de questões sociais; e ainda, estimular a criatividade. Apesar destas potenciais vantagens, existem dificuldades que envolvem principalmente o tempo de planejamento e de execução das atividades. Dificuldades estas que foram reiteradamente constatadas neste trabalho durante a aplicação da sequência didática. Trabalhos como os de Teixeira, Xavier e Damasio (2017) com a série *Jornada nas estrelas*; Castilho et. al (2017) com os filmes “*MazeRunner: correr ou morrer*” e “*Elysium*”; Ferreira e Barbosa (2018) com os filmes “*Interestelar*” e “*Perdido em Marte*”; e Fitzgerald (2018) com a personagem “*Colossus*” da história em quadrinhos dos “*X-men*”, apontam para os benefícios de aliar ficção científica e ensino, principalmente para a abordagem de conceitos científicos e natureza da ciência, consequentemente motivando o estudante a aprender. Para Martins (2017) é importante que a imaginação seja associada à educação escolar, não separando-a da racionalidade, o que pode ser feito com o uso da ficção científica, servindo esta como potencializadora do ensino de ciências.

Piassi (2007), ao tratar da ficção científica no ensino em sua tese de doutorado, faz algumas comparações entre a utilização de filmes, romances ou contos do gênero em sala de aula. O autor aponta que, geralmente, são colocadas como vantagens dos filmes o apelo audiovisual e a linguagem mais simples, porém questiona se realmente isso auxilia numa atividade educativa e se preocupa em como vencer o desafio de passar do “encanto ficcional”, para uma análise mais aprofundada dos elementos presentes na narrativa. Apesar de perceber o valor de se exibir a obra por completo para os estudantes, ele decidiu utilizar apenas algumas cenas, para que a discussão posterior ficasse restrita ao campo conceitual da física (no seu caso particular), do contrário o professor deveria estar preparado para discussões que fossem além deste âmbito.

No presente trabalho, preferiu-se utilizar o filme inteiro e assim explorar além das metáforas relacionadas com conceitos biológicos, aquelas que incluíam a natureza da percepção e a crítica social. Porém, para direcionar a análise foi feita uma seleção previa de partes do filme para serem usados em sala. Apesar dessa facilitação foi complicado conduzir os estudantes ao “encanto ficcional” mencionado por Piassi, já que a maioria sequer se interessou em assistir ao

filme. Após fazer esta atividade em sala, o próprio encanto ficcional não pareceu se propagar, pois atitude semelhante de apatia continuou a ser constatada nas atividades posteriores. Como passar, então, do encanto ficcional para a aprendizagem de conceitos científicos? O que foi observado aqui demonstra que vencer esse desafio é possível, mas vai depender do engajamento dos estudantes em participarem das atividades propostas pelo professor, bem como planejamento realizado por este, que deverá buscar a melhor forma de explorar o material a ser utilizado.

Nesse sentido, como proposta para a manutenção do clima do filme, pode se pensar em algumas estratégias como, por exemplo: (a) a representação, pelos estudantes, das cenas que mais chamaram a sua atenção; (b) o uso de imagens do filme ou seus protagonistas no material a ser usado nas seguintes atividades como formulários, provas, textos; (c) estas mesmas imagens poderiam fazer parte da decoração da sala de aula durante todas as atividades; (d) o professor e os estudantes poderiam assumir o papel de alguns dos protagonistas durante as atividades posteriores à apresentação do filme.

Em relação a utilização de romances inteiros em sala, Piassi (2007) coloca como vantagens destes o maior detalhamento e a possibilidade de explorar aspectos que no filme aparecem de forma superficial, mas tem a desvantagem da sua extensão, exigindo um plano de leitura, além de ser necessário que todos os estudantes tenham um exemplar da obra. A sequência didática produzida neste trabalho, contava com obra disponível para todos os alunos em forma de PDF, porém é necessário admitir que a sua linguagem, característica da era Victoriana, e o reduzido número de ilustrações fazem ela pouco atrativa para o estudante, apesar do seu potencial educativo, razão pela qual o filme foi uma ótima segunda opção, podendo ser este também um dos motivos que explicam o porquê de nenhum dos estudantes ter se debruçado na leitura da obra original.

Poucos trabalhos envolvem o uso da narrativa de *Planolândia* na educação. Entre eles podemos citar dois que são voltados para as ciências exatas. Smith (2009) utilizou a narrativa de *Planolândia* e de outras obras de ficção científica para motivar os estudantes, buscando vencer a aversão que estes tinham em relação aos cálculos matemáticos. O autor chegou à conclusão de que a ficção científica aumentou o entusiasmo e o interesse dos estudantes em relação ao estudo da física, que era vista antes como algo muito difícil e, conseqüentemente, inatingível. Já Valentine (2016) em sua pesquisa utilizando a narrativa, nas suas duas versões, filme e livro, obteve dados que indicam que elas agiram como ferramentas de provocação, levaram a impasses e operaram como fonte de perguntas e conjecturas entre estudantes de oitava

série, na disciplina de matemática, problematizando o espaço e a perspectiva. Esses autores trabalharam, basicamente, no campo das ciências exatas e, talvez, seja este o motivo de terem alcançado seus objetivos com a utilização de *Planolândia*, já que a narrativa traz muitos elementos explícitos da matemática e da física. Além disso, ambos focaram em conceitos específicos que apareceram no filme (percepção do espaço), semelhante ao feito aqui com o conceito de manipulação genética, porém é uma possibilidade fazer um direcionamento mais estreito a este assunto, visto que não se obteve a participação esperada durante aplicação da sequência didática.

O projeto europeu SciFiEd (CHARALAMBOS, 2015) aponta algumas dificuldades encontradas ao aplicar a ficção científica na educação, como a limitação de tempo e a conciliação dos conteúdos curriculares com a utilização das narrativas. E realmente, durante a aplicação da sequência didática o fator tempo mostrou-se como um obstáculo, considerando-se a carga horária semanal da disciplina de biologia. Outro ponto levantado pelo projeto é a falta de materiais relevantes, que possam ser associados às lições que se quer ensinar. A dificuldade ainda é maior quando se fala em narrativas que possam ser atrativas para as meninas, já que com frequência os papéis principais nelas pertencem ao gênero masculino. Sendo assim, é evidente que a escolha da narrativa pode influenciar mas, talvez, o desafio seja a construção de uma ferramenta metodológica que de forma eficaz faça uma ponte entre o material artístico de partida e os conceitos biológicos a serem estudados.

Outra estratégia utilizada para a abordagem de conceitos biológicos nesta sequência didática foi a confecção de vídeos por parte dos estudantes. Marinovic (2012), em sua dissertação de mestrado, trabalhou com esta proposta em aulas de física e chegou à conclusão que, se a atividade for bem planejada pode ajudar na motivação à pesquisa e no trabalho em grupo, bem como na melhora da análise crítica do que se está estudando, mas também pode tornar evidente a falta de interesse dos estudantes, nos casos onde a produção audiovisual é precária, tanto em conteúdo, quanto em forma. No caso deste trabalho, constatou-se que a maioria dos estudantes se engajou na atividade de maneira significativa, porém os vídeos resultantes não refletiram o ânimo dispensado na resolução da tarefa. Isto pode ser explicado pela falta de iniciativa na atividade prévia, a de procura e análise de informações.

Foi observada falta de interesse dos estudantes em realizar várias das atividades propostas, como por exemplo assistir ao filme *Planolândia*; realizar a leitura do livro; fazer buscas na internet, consultar e estudar os textos disponibilizados para as atividades; realizar redações. Segundo Silva (2014),

[...] se depreende que se o assunto for do interesse do estudante, este irá ter maior atenção ao estudá-lo, realizando assim uma melhor compreensão do exposto. Nesse intuito, procura-se tornar uma tarefa mais agradável e interessante ao estudante. Certamente, nem sempre o conteúdo estudado será do interesse direto do estudante, porém é possível que ele torne-se atrativo se for tratado de outra forma, sob outra perspectiva.”

Algumas hipóteses que poderiam explicar esse desinteresse, fora o que foi relatado pelos estudantes, no caso a falta de tempo, pode ser a existência de algo que desvie a atenção. O contexto escolar de fim de ano onde eles estão com grande expectativa de finalizar as disciplinas, assim como sair da escola, o pouco gosto por assistir filmes e ler textos fora do padrão comercial médio, o fato de a participação na atividade não ser essencial para que sejam aprovados na escola, a grande expectativa em relação aos processos seletivos de Universidades e assim por diante. A quarta edição do projeto *Retratos da leitura no Brasil* (FAILLA, 2016), traz como um dado importante sobre o porquê os brasileiros não leem. Segundo a pesquisa, o principal motivo apontado pelos entrevistados é a falta de tempo, mas também aparecem nas respostas a dificuldade de compreensão ou falta de habilidade leitora.

Por outro lado, talvez, o que foi tratado aqui nesta pesquisa como falta de interesse, pode ter sido desencadeado pelo fato de a escola não conseguir oferecer as condições necessárias para que o estudante pudesse desenvolver todas as atividades solicitadas dentro do próprio ambiente escolar. Por exemplo, se existisse na escola uma sala com computador adequado onde se pudesse realizar a edição dos vídeos, talvez, a qualidade destes teria sido maior. Ou seja, falta de interesse é difícil de ser mensurada e podemos, ao invés de simplesmente culpar o estudante, entende-la como falta de oferta das condições necessárias para que determinadas atividades sejam realizadas com a eficiência esperada.

Marin et.al (2010) apontam que

“As metodologias ativas têm o potencial de despertar a curiosidade, à medida que os alunos se inserem na teorização e trazem elementos novos, ainda não considerados nas aulas ou na própria perspectiva do professor. Quando acatadas e analisadas as contribuições dos alunos, valorizando-as, são estimulados os sentimentos de engajamento, percepção de competência e de pertencimento, além da persistência nos estudos, entre outras.”

Ou seja, o protagonismo do estudante é valorizado e como consequência há o estímulo à vontade de aprender. Porém, existe o fato de os estudantes estarem inseridos em uma plataforma educativa onde a utilização das metodologias ativas não ocorre de maneira expressiva. Desta forma, se um estudante passa anos representando um papel passivo na aprendizagem, como esperar que, no seu último ano, o seu protagonismo seja excepcional?

Talvez esta dificuldade dos estudantes em assumir um papel mais ativo na aprendizagem seja um desafio a ser vencido quando se trata da melhoria da qualidade de ensino no Brasil e que deve ser pensado desde as séries iniciais. Assim, existe a necessidade de políticas públicas que organizem a inserção das metodologias ativas em todos os níveis do ensino básico, para que se estabeleça uma cultura da pró-atividade por parte dos estudantes, para que estes se tornem reflexivos e críticos, capazes de emitirem opiniões, participarem de discussões e aprenderem de forma significativa.

A sequência didática construída nesta pesquisa também pode ser questionada, inclusive modificada, a fim de melhor atingir os objetivos a que se propõe. Uma forma de aumentar o aproveitamento, por parte dos estudantes, a partir das possibilidades de discussão que a narrativa pode proporcionar, talvez seja utilizar o filme de maneira interdisciplinar. As disciplinas de Física, Matemática, Português, Artes, Sociologia e etc.; podem contribuir para ampliar a forma de tratar os diversos temas que a narrativa traz de forma diversificada e aprofundada, explorando ainda mais sua potencialidade.

6 CONCLUSÃO

A escolha do filme e livro *Planolândia* para a construção do produto deste trabalho, que consiste em uma sequência didática, foi seu grande potencial para abordar conceitos científicos em sala de aula, bem como questões referentes a nossa sociedade, permitindo, não somente, a aprendizagem de conteúdo formal, mas também explorar de forma crítica determinados temas referentes ao contexto social, político e científico em que vivemos. Entretanto esta ferramenta didática pode ser repensada em alguns aspectos, de forma a tentar cumprir melhor os objetivos que se propõe. Talvez seja necessário aumentar o número de aulas, disponibilizando assim mais tempo para o preparo prévio e a materialização das atividades solicitadas. Em relação à leitura dos textos, estes podem ser fracionados e analisados sequencialmente ao longo de várias aulas pela solicitação de fichamentos e resumos. Preferir a inclusão daqueles mais curtos, objetivos, e contendo ilustrações didáticas do tema em estudo, garantindo-se, desta forma, que toda a turma tenha tido contato com as informações necessárias para a discussão.

REFERÊNCIAS

- BANCHOFF, T. **From Flatland to Hypergraphics: Interacting with Higher Dimensions**. Interdisciplinary Science Reviews, 15:4, 364-372, 1990.
- BERGEL, S, D. O impacto ético das novas tecnologias de edição genética. **Rev. Bioét.**, Brasília , v. 25, n. 3, p. 454-461, dic. 2017.
- BORIM, D. e ROCHA, M. **A ficção científica em revistas de ensino de ciências: um levantamento das produções nos últimos 10 anos**. IV Simpósio Nacional de Ensino de Ciência e Tecnologia. Ponta Grossa, Paraná- 2014.
- BORTOLOZZI, A. **Comunicação, ensino e temática ambiental**. Comunicação & Educação, (14), 42-48. 1999.
- CARLI, G. J., SOUZA, T. A. J., PEREIRA, T. C. A revolucionária técnica de edição genética “CRISPR”. **Genética na Escola**, Vol. 12, nº2, 2017.
- CHARALAMBOS, V. et.al. Science Fiction in Education: case studies from classroom implementations. Educational Media International - Vol. 52.2015.
- DIESEL, A.; SANTOS BALDEZ, Alda Leila; NEUMANN MARTINS, Silvana. **Os princípios das metodologias ativas de ensino: uma abordagem teórica**. Revista Thema, [S.l.], v. 14, n. 1, p. 268-288, fev. 2017. ISSN 2177-2894.
- DIWAN, P. **Eugenia, a biologia como uma farsa**. Disponível em: <https://aulasdathaisunitau.files.wordpress.com/2017/09/eugenia1.pdf>. Acesso em: 30/07/2019
- DOHME, V. **Atividades lúdicas na educação – o Caminho de tijolos amarelos do aprendizado**. Texto integrante dos Anais do XVII Encontro Regional de História – O lugar da História. ANPUH/SP-UNICAMP. Campinas, 6 a 10 de setembro de 2004. Cd-rom.
- DUARTE, R. **Cinema e educação**. 3ª ed. – Belo Horizonte: Autêntica Editora, 2009.
- FAILLA, Z. **RETRADOS DA LEITURA NO BRASIL**. 4ª Edição. Rio de Janeiro:Sextante, 2016.
- FERREIRA, J. e BARBOSA, R. **Os discursos nos filmes de ficção científica: ensino de ciências e a produção de sentidos na socioambiental**. ACTIO, Curitiba, v. 3, n. 2, p. 80-97, mai./ago. 2018.
- FITZGERALD, B. **The physiology of impenetrable skin: Colossus of the X-Men**. The American Physiological Society, Agosto de 2018.
- FREIRE, P. **Pedagogia da autonomia: saberes necessários à prática educativa**. São Paulo: Paz e Terra, 2010. – 41ª Reimpressão.
- GATTI, B. **Formação de professores: condições e problemas atuais**. Revista Internacional de Formação de Professores (RIFP), Itapetininga, v. 1, n.2, p. 161-171, 2016.

G1. **Brasil ocupa 60ª posição em ranking de educação em lista com 76 países.** Disponível em: <http://g1.globo.com/educacao/noticia/2015/05/brasil-ocupa-60-posicao-em-ranking-de-educacao-em-lista-com-76-paises.html>

G1. **Entenda o que é CRISPR.** Disponível em: <http://g1.globo.com/ciencia-e-saude/videos/v/entenda-o-que-e-o-crispr/5353019/>. 2016.

INEP. **Inep divulga taxas de rendimento escolar; números mostram tendência histórica de melhora.** 10 de Maio de 2019. Disponível em: <<https://tecnoblog.net/247956/referencia-site-abnt-artigos/>>. Acesso em: 21/03/2020.

INGUI, D. **Ficção científica e o discurso ambiental da ciência contemporânea: um exemplo com Operação Buraco de Minhoca.** RUA, Campinas, SP, v. 16, n. 2, p. 82-97, jul. 2015. ISSN 2179-9911.

KRASILCHIK, M. **Prática de ensino de Biologia.** – 4ª ed. – São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 2011.

KRAWCZYK, N. **O ensino médio no Brasil.**– São Paulo: Ação Educativa, 2009. – (Em questão, 6).

LEITE, W. e RIBEIRO, C. **A inclusão das TICs na educação brasileira, problemas e desafios.** Magis: Revista Internacional de Investigación en Educación, ISSN-e 2027-1182, Vol. 5, Nº. 10, 2012, págs. 173-187.

LEVIN, Luciano. **Tudo é ficção científica.** ComCiência, Campinas, n. 160, jul. 2014.

LIMA, L. **Teoria humanista: Carl Rogers e a educação.** Ciências Humanas e Sociais, Alagoas - v. 4. n.3. p. 161-17. Maio, 2018

LOPES, R, J. **Somos 99% chimpanzé.** 5 de abril de 2012. Disponível em: <https://super.abril.com.br/ciencia/somos-99-chimpanzes/>. Acesso em: 09/08/2019

MACHADO, C. **Filmes de ficção científica como mediadores de conceitos relativos ao meio ambiente.** Ciência & Educação, ISSN-e 1980-850X, Vol. 14, Nº. 2, 2008, págs. 283-294.

MARTINS, T. **A ficção científica como metodologia para o ensino das ciências: uma proposta sobre “planeta dos macacos” e a teoria do campo de Pierre Bourdieu.** Ensaio teórico. XXI Jornada da pesquisa. UNIJUÍ- RS, 2016.

MARTINS, T. **A ficção científica como potencializador do ensino das ciências na educação básica.** Anais do 9º SALÃO INTERNACIONAL DE ENSINO, PESQUISA E EXTENSÃO – SIEPE. Universidade Federal do Pampa - Santana do Livramento, 21 a 23 de novembro de 2017.

MARIN, M. et al. **Aspectos das fortalezas e fragilidades no uso das metodologias ativas de aprendizagem.** Rev. bras. educ. med., Rio de Janeiro, v. 34, n. 1, p. 13-20, Mar. 2010.

MARINOVIC, J. **Produção de vídeos caseiros pelos próprios alunos como estratégia para melhorar a aprendizagem dos conceitos abordados nas aulas regulares de Física no Ensino Médio e com ênfase no registro das atividades propostas.** São Carlos : UFSCar, 2012.

MORÁN, J. **Mudando a educação com metodologias ativas.** Coleção Mídias contemporâneas. Convergências Midiáticas, Educação e Cidadania: aproximações jovens. Vol. II. 2015.

NASCIMENTO, M. et al. **Desafios à prática docente em Biologia:** o que dizem os professores do ensino médio. EDUCERE – XII Congresso nacional de educação. 2015. PUCPR.

NAPOLITANO, M. **Como usar o cinema na sala de aula.** 5ª ed., 1ª reimpressão.- São Paulo: Contexto, 2013.

NISHITANI, E.. **Filmes de ficção científica como um meio de sensibilização para a ética planetária: estudo de caso numa escola pública de ensino médio em São Bernardo do Campo (2006-2007).** 2007. 164 f. Dissertação (Mestrado em Educação, Arte e História) – Universidade Presbiteriana Mackenzie, São Paulo, 2007.

OLIVEIRA, A e ZANETIC, J. **Critérios para analisar e levar para a escola a ficção científica.** XI Encontro de Pesquisa em Ensino de Física – Curitiba – 2008.

PIASSI, L. **A ficção científica como elemento de problematização no ensino de ciências.** Ciênc. Educ., Bauru, v. 21, n. 3, p. 783-798, 2015

PIASSI, L. **A ficção científica e o estranhamento Cognitivo no ensino de ciências: estudos Críticos e propostas de sala de aula.** Ciência & Educação, v. 19, n. 1, p. 151-168, 2013.

PIASSI, L. **Contatos: a ficção científica no ensino de ciências em um contexto sociocultural.** 2007. Tese (Doutorado em Educação) - Faculdade de Educação, University of São Paulo, São Paulo, 2007. doi:10.11606/T.48.2007.tde-10122007-110755. Acesso em: 2020-03-29.

PIASSI, L e PIETROCOLA, M. **De olho no futuro: ficção científica para debater questões sociopolíticas de ciência e tecnologia em sala de aula.** Ciência & Ensino, vol. 1, número especial, novembro de 2007.

PIASSI, L. e PIETROCOLA, M. **Ficção científica e ensino de ciências: para além do método de ‘encontrar erros em filmes’.** Educação e Pesquisa, São Paulo, v.35, n.3, p. 525-540, set./dez.2009.

PIASSI, L e PIETROCOLA, M. **Quem conta um conto aumenta um ponto também em física: contos de ficção científica na sala de aula.** XVII Simpósio Nacional de Ensino de Física. São Luís, Maranhão – 2007.

Programme for International Student Assessment. Resumo de resultados nacionais do PISA 2015. Disponível em:

http://download.inep.gov.br/acoes_internacionais/pisa/resultados/2015/pisa_2015_brazil_prt.pdf. Acesso em: 06/01/2019

SANTOMAURO, B. O que ensinar em ciências. Nova escola, 1 de janeiro de 2009. Disponível em: <https://novaescola.org.br/conteudo/48/o-que-ensinar-em-ciencias>. Acesso em: 06/01/2019

SILVA, L. A Ficção e o ensino da matemática: análise do interesse dos estudantes em resolver problemas. PUCRS. Porto Alegre, 2014.

SGARIONI, M., NARLOCH, L. **O que faz de você você?**. 31 de dez. de 2007. Disponível em: <https://super.abril.com.br/comportamento/o-que-faz-de-voce-voce/>. Acesso em 09/08/2019

SOUZA, T. A. J., PEREIRA, T. C. O impacto na sociedade da tecnologia de edição gênica com base no sistema CRISPR-Cas9. **Genética na Escola**, Vol. 12, nº2, 2017.

SMITH, D. **Reaching Nonscience Students Through Science Fiction**. The Physics Teacher -Vol. 47, 2009.

ROCHA, J. **A vanguarda da ficção científica brasileira**. Obviviuous. Disponível em: http://lounge.obviousmag.org/zoom_nas_visceras/2015/08/jeronymo-monteiro-a-vanguarda-da-ficcao-cientifica-brasileira.html. Acesso em: 19/02/2019

The Science Fiction and Education toolkit. SciFiEd. UPIT and CARDET. 2014. Disponível em: <http://www.scifieducation.org>.

TAKATA, R. **Ficção científica ajuda ensino de ciência, desde que haja tempo adequado, infraestrutura e articulação curricular**. Revista ComCiência, 2017. Disponível em: <http://www.comciencia.br/ficcao-cientifica-ajuda-ensino-de-ciencia-desde-que-haja-tempo-adequado-infraestrutura-e-articulacao-curricular/>. Acesso em: 10/04/2020.

TRAVASSOS E., **A educação ambiental nos currículos: dificuldades e desafios**. Revista de Biologia e Ciências da Terra [en linea] 2001.

TEIXEIRA A., XAVIER, K. e DAMASIO, F. **O ENSINO DE E SOBRE CIÊNCIA POR MEIO DA SÉRIE DE FICÇÃO CIENTÍFICA JORNADA NAS ESTRELAS**. Revista Experiências em ensino de ciências – Volume, número 5. UFMT, Mato Grosso, 2017.

VANTUROLI, T. As linhas perfeitas da natureza. Disponível em: <https://super.abril.com.br/historia/as-linhas-perfeitas-da-natureza/>. Acesso em: 31/07/2019.

VALENTINE, K. **Manifestations of Middle School Learners' Problematic Activity using Flatland as a Case of Alternative Perspective**. Annual Meeting of the American Educational Research Association. Washington, DC, 2016

APÊNDICES

APÊNDICE A.

Aula 1 - Discussão do filme

Respostas dos estudantes por trecho do filme analisado.

Os trechos em cores correspondem a categorias do discurso e o tipo de cor agrupa categorias semelhantes entre respostas.

Trecho 1 - *Menção a um grupo de seres que habitam a planolândia com características diferentes (cromatistas).*

Os pontos apontados pelos estudantes foram sobre ao “Cromatismo”, onde estabeleceram uma relação deste ponto no filme com a exclusão de minorias da sociedade atual. Também perceberam que no filme a mulher é retratada como se fosse o ser mais inferior de Planolândia e fizeram um paralelo com o papel da mulher na sociedade e a existência do machismo. Outro ponto levantado foi a questão da Desigualdade social e hierarquia, o Nacionalismo, como defesa de características e costumes de uma determinada nação, e como isto pode ser perigoso às vezes. Em dado momento aparece a frase “Preserve a sua forma” e no entendimento dos estudantes ela soou como uma aversão em relação aos indivíduos “diferentes”.

Trecho 2 - *Frase “mantenha sua forma” – diferenças são ruins? Processo de reconfiguração: tem como objetivo consertar deformidades genéticas, como formatos irregulares. Isso é bom?*

Neste trecho os pontos levantados pelos estudantes foram a existência de Irregularidades físicas, a questão da Hierarquia na sociedade, o Cromatismo, onde diferenças entre os habitantes não são aceitas, o mesmo ocorrendo em nossa sociedade e o processo de Processo de reconfiguração onde, no filme, o objetivo era: consertar as diferenças ou irregularidades e na sociedade pode-se associar à edição de DNA para eliminação ou prevenção de doenças e também para fins estéticos.

Trecho 3 - *O presidente fala sobre o nascimento de um filho com uma borda irregular, a que ele está se referindo biologicamente? E quando disse que seu filho foi totalmente reconfigurado?*

Os estudantes levantaram a questão da preocupação com os riscos que o processo de reconfiguração poderia oferecer para os habitantes de Planolândia, bem como manipulação do DNA em seres humanos. Aparece novamente a preocupação com o preconceito em relação aos “diferentes”. Também pensaram sobre a responsabilidade de um líder na tomada de decisões, levando em consideração a razão e a emoção.

Trecho 4 - *Os que foram reconfigurados sofrem preconceito.*

Neste trecho os estudantes apontaram o embate entre leis e regras sociais versus as diferenças, ou seja, aqueles que não se encaixam nos padrões da sociedade ou possuem ideias diferentes em alguns aspectos. Segundo os estudantes, a diversidade nos seguintes quesitos são assuntos delicados e que atualmente surgem em discussões, muitas vezes aparecendo discursos de intolerância:

- Sexualidade
- Religião
- Cor de pele/cabelo/etnia

- Beleza
- Status social
- Deficiências

Trechos 5 - *O pai quadrado discute com o filho pentágono por estar usando coloração. Cromatismo é um tabu na sociedade de Planolândia (preconceito com o diferente).*

Neste momento do filme aparece **diferentes pontos de vista**, contrários ao vigente na sociedade e a dificuldade em aceita-los. Os exemplos em nossa sociedade citados em aula pelos estudantes foram:

- Ditadura
- Segregação (APARTHEID)
- Censura
- Inquisição
- Alienação

Trecho 6 - *A prisioneira fala sobre seu sonho de uma terra diferente a flatland e recebe como resposta que ‘sonhos vão perfurar, cortar e segmentar sua pessoa até a morte’*

Neste trecho ocorrem protestos e guerras motivados por **ideias contrárias**, o que em nossa sociedade é algo comum, segundo os estudantes.

Trecho 7 - *‘Igualdade para todos os cidadãos’ significa que todos eles devem ser iguais?*

‘Será que alguém entre nos acredita seriamente que não há conexão entre geometria e irregularidade moral?’
Intolerância às diferenças.

Aparece a ideia de **igualdade para todos** e surgem os seguintes questionamentos:

- Será que é interessante que o DNA seja o mesmo em todos os indivíduos? Quais as consequências? Existem vantagens? Levantaram a preocupação com algo que possa dizimar a população de uma só vez, devido à **ausência de variabilidade**.

Trecho 8 - *Ocorre um massacre dos habitantes cromatistas. Embate entre Cromatismo e reconfiguração. Os diferentes são discriminados, como se fossem imperfeitos. Forma X moral*

A ideia trazida por este trecho, segundo os estudantes foi o **embate entre os “Diferentes” e “Normais”**. A relação que os estudantes fizeram foi desta passagem com o **Nazismo** e o massacre que ocorreu naquela época.

Trecho 9 - *O presidente círculo mostra preocupação em sua fala, após o massacre dos cromatistas. História, preocupação com repercussão futuras das escolhas feitas*

Neste momento a personagem presidente círculo mostra preocupação com a repercussão histórica dos fatos e, segundo os estudantes, se formos trazer para a nossa sociedade pode ocorrer **distorção ou manipulação das ideias e fatos**. Disseram que **nem todos concordam com os dados ou fatos históricos** e o Nazismo foi citado, no sentido de que ainda existem pessoas que acreditam nos ideais nazistas, apesar de tudo o que se sabe que ocorreu naquela época.

Trecho 10 - *Quadrado A vai até Linhalândia e discute com os habitantes de lá. Ponto de vista diferente (arrogância em não aceitar pensamentos opostos)*

Novamente foi citada a dificuldade de se aceitar **ideias e pensamentos contrários**. O contrário não significa errado. O exemplo dado pelos estudantes foram as divergências políticas e religiosas do contexto atual.

Trecho 11 - *Aparição do ser da 3D e há conflito entre pontos de vistas. Percepção do ambiente, existência de outras dimensões e visões de mundo.*

Estudantes apontaram a existência de **discursos de convencimento, a imposição de ideias e também a resistência de alguns em aceita-las**.

APENDICE B.

Aula 1 - Discussão do filme

Respostas dos estudantes referentes ao formulário online sobre o filme Planolândia utilizadas para avaliar a participação.

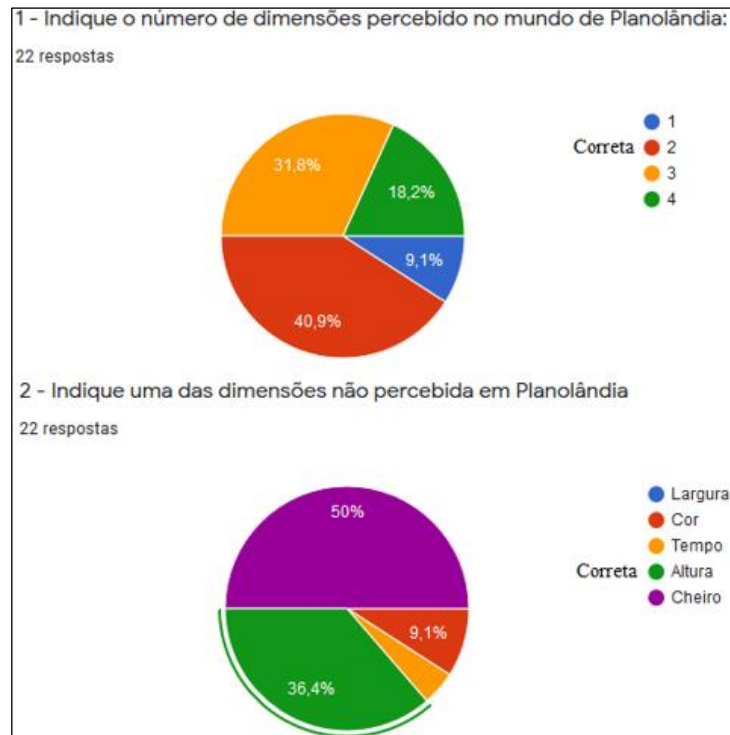


FIG.1. Distribuição das respostas dos alunos para as questões 1 e 2

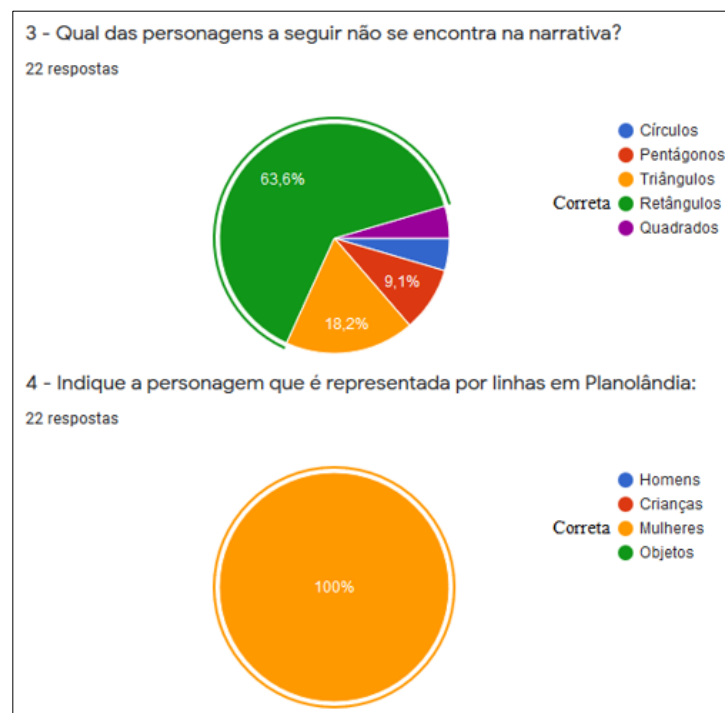


FIG.2. Distribuição das respostas dos estudantes para as questões 3 e 4

FIG. 3. Distribuição das respostas dos estudantes para as questões 5 e 6.

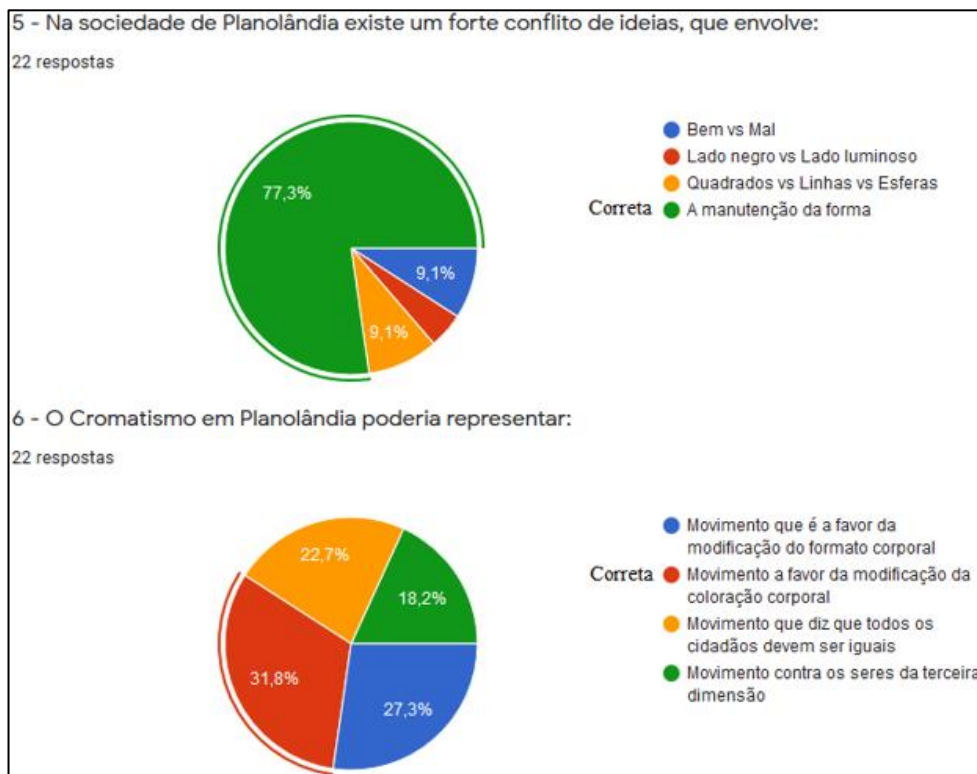
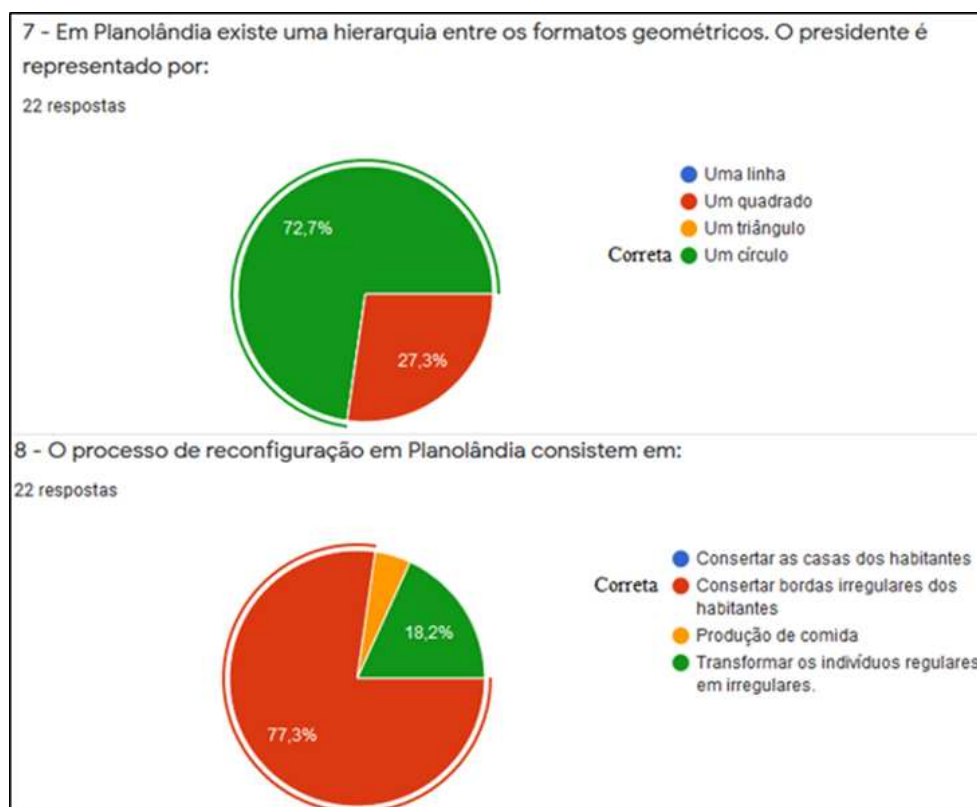


FIG.4. Distribuição das respostas dos estudantes para as questões 7 e 8.



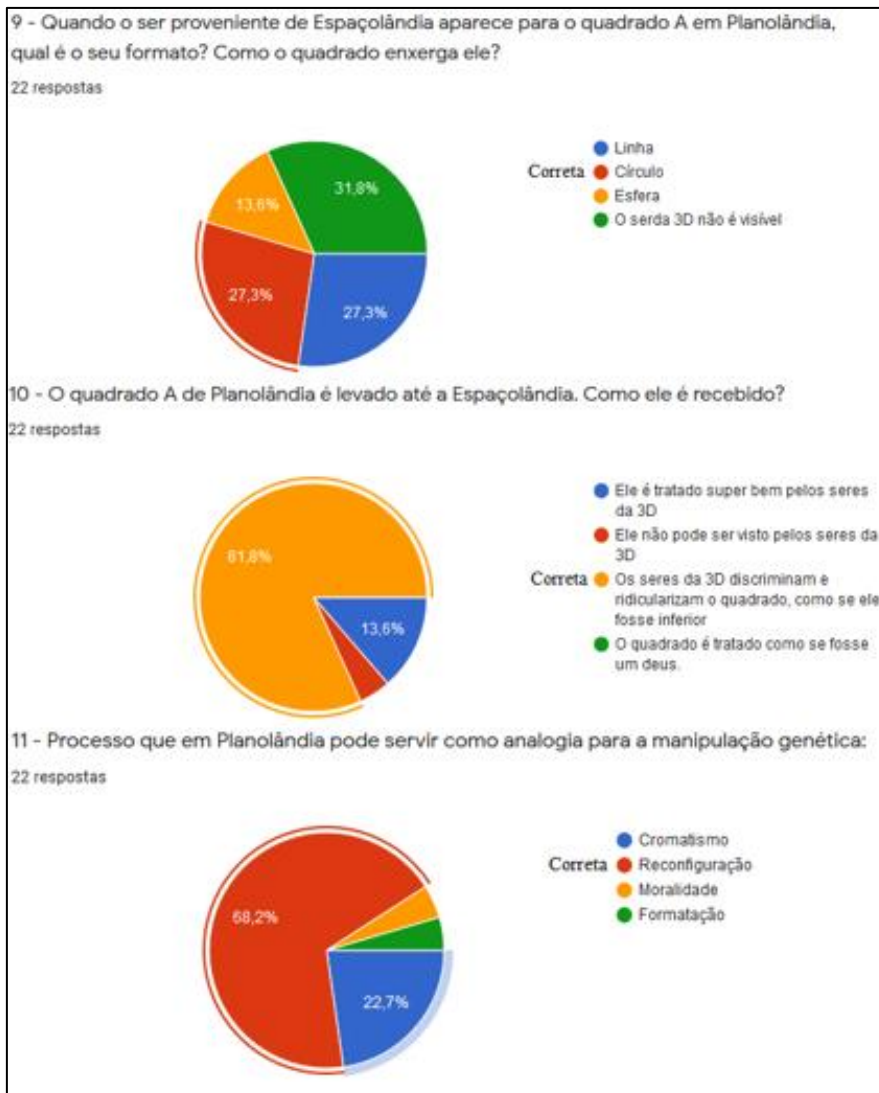


FIG. 5. Distribuição das respostas dos estudantes para as questões 9, 10 e 11.

APÊNDICE C.

Aula 1 - Discussão do filme

Respostas da tarefa realizada no final da aula 1

Os trechos em cores correspondem a categorias do discurso e o tipo de cor agrupa categorias semelhantes entre respostas.

Questão: Como podemos relacionar os acontecimentos do filme Planolândia com aspectos atuais da sociedade, ciência e tecnologia?

Estudante 1. O filme retrata uma história escrita por volta do século XIX, que faz uma crítica a realidade daquela época, portanto em 2007 virou um filme. Interfere-se portanto, que o que foi dito refere-se ao controle de padrões sociais também perceptíveis nos dias atuais onde suas formas indicam seu status social.

Estudante 2. Sociedade: Preconceito a respeito de serem diferentes do padrão (fora do padrão). Ciência: estuda como normalizar os diferentes.

Estudante 3. Os acontecimentos giram em torno do preconceito da sociedade a respeito de “diferentes”, ou seja, fora do padrão deles. Em relação a ciência, é estudado como “normalizar” os fora de padrão (a parte genética).

Estudante 4. O filme relata uma história escrita por volta do século XIX que faz uma dura crítica a forma de governo que a realidade da época apresentava, portanto em 2007 virou um filme. Infere-se portanto que o que já foi dito refere-se ao controle de padrões sociais, também perceptíveis nos dias atuais com os algoritmos das redes sociais.

Estudante 5. Podemos relacionar com a manipulação genética, onde uns serão superiores aos outros.

Estudante 6. Com o avanço da tecnologia na ciência, agora é possível alterar o DNA de um feto caso ele tenha alguma doença pode ser mudado.

Estudante 7. No filme ele fala sobre os padrões impostos pela sociedade.

Estudante 8. Pelo fato que na sociedade existir o preconceito e o racismo e, o preconceito da forma de pensar de cada um, o racismo de ver a cultura do outro. Na ciência tem o aspecto da reconfiguração genética, e na tecnologia, a capacidade de modificar o DNA do ser humano, como por exemplo, a possível alteração do CRISPR.

Estudante 9. Com aspectos sociais podemos ver que faz relação com preconceito que se dá pelo fato das formas não aceitarem outras em seu ambiente, também com o racismo, pois as formas não aceitam formas de outras cores. Com base na ciência e tecnologia, fazemos comparação com a modificação genética.

Estudante 10. Podemos relacionar com o preconceito por existirem formas imperfeitas e também o racismo por existir formas que são coloridas. A ciência está envolvida na chamada “reconfiguração”, que faz com que as formas imperfeitas possam ser ajustadas, como a nossa tecnologia chamada de “CRISPR”.

Estudante 11. O filme relata uma história escrita por volta do século XIX, que faz uma crítica à realidade daquela época, portanto em 2007 virou filme. Infere-se portanto que o que foi dito refere-se ao controle de padrões sociais, também perceptíveis nos dias atuais onde suas formas indica seu status social.

Estudante 12. No filme Planolândia eles queriam mudar a forma que alcançaram e na vida real existe muito disso de um querer mudar como o outro é, sendo ele gordo tem que ficar magro, com cabelo cacheado tem que ficar liso e assim sucessivamente etc.

APÊNDICE D.

Aula 4 –Percepção e pluralidade

Respostas referentes a questão da tarefa proposta no final da aula 4.

Existem diversas formas de ver o mundo, de interpretar os fenômenos que ocorrem ao nosso redor? Como você enxerga este fato na sociedade em que vivemos? Podemos ter certeza absoluta de qualquer fenômeno? Como o método científico ajuda na leitura do mundo em que vivemos. Elabore uma redação na qual seja fornecida uma resposta a estas questões usando uma situação do mundo real como ilustração.

Os trechos em cores correspondem a categorias do discurso e o tipo de cor agrupa categorias semelhantes entre respostas.

Estudante 1. O modo como vemos o mundo nem sempre ocorre como vemos pois cada ser pode ver, sentir, de uma forma diferente, então a nossa certeza não pode ser a certeza de todos.

Estudante 2. Cada um interpreta as coisas de sua maneira. Através das redes sociais podemos ver isso, cada um com sua opinião e visão sobre o mundo.

Estudante 3. Realmente, a forma de ver o mundo é subjetiva. Este é muito evidente na internet, já que as pessoas dizem que sua opinião, que grande parte das vezes são divergentes.

Estudante 4. Como é abordado em “Planolândia” a pessoa está condensada a uma sociedade só, mas o filme leva o sujeito a outras dimensões, o mesmo acontece com a ciência, à medida que o ser humano conhece o mundo ao seu redor ele aumenta suas perspectivas. Contudo a menor mensão do ser humano em sair da “bolha”, o sujeito é criticado. No entanto caso o indivíduo ultrapasse essa barreira estará sujeito a uma insatisfação, pois a medida que aprende sobre o mundo, menos se sabe.

Estudante 5. Não respondeu.

Estudante 6. Não respondeu.

Estudante 7. Sim, nas redes sociais, podemos ver que cada um tem uma visão de mundo.

Estudante 8. Pelo fato de o filme contradizer o “cromatismo”, que no nosso mundo significa os protestos LGBT’s, tais outras movimentações, busca pela igualdade e direito que poucos tem.

Estudante 9. Não respondeu.

Estudante 10. Pode-se existir diversas formas de ver e pensar sobre o que acontece ao nosso redor, em Planolândia mostra como seria a nossa sociedade se ao invés de cuidar e proteger quem nasce com problemas características físicas e mentais. Sacrificar elas quando nascem sem problema algum ou também excluir os que nascem em cores diferentes. Mostra bem como é o preconceito e o racismo sendo tratados de forma certa e normal na sociedade. Nota-se que também mostra a ciência tentando resolver isso com a mutação do DNA, mas não está 100% desenvolvida por isso acaba levando a morte muitas crianças que nascem imperfeitas.

Estudante 11. Não temos certeza de que existe apenas uma terceira dimensão, a estudos que indicam ter outras dimensões mas nada comprovado cientificamente.

Estudante 12. *Sim. Como uma coisa que não devia ocorrer. Não podemos pois as coisas podem ocorrer sem perceber. A vida que vivemos é exatamente como o filme Planolândia ninguém fica feliz do jeito que é, a outra pessoa é sempre como eles são e a única coisa que importa e todos tem que muda exatamente como é “essa pessoa boa e bonita” e ninguém preta etc.*

APÊNDICE E.

Aula 4 –Percepção e pluralidade

Tarefa final da sequência didática e respostas dos estudantes à questão:

Qual a sua opinião sobre a utilização de filmes no ensino para a abordagem de temas relacionados aos conceitos de biologia?

Os trechos em cores correspondem a categorias do discurso e o tipo de cor agrupa categorias semelhantes entre respostas.

Estudante 1. Muito bom pois neles o filme consegue **transmitir a mensagem de uma melhor forma**, em forma de vídeo animado.

Estudante 2. Ajudam a **compreender melhor os conceitos da biologia**, que às vezes acabam sendo difíceis de entender.

Estudante 3. Os filmes **ajudam a entender melhor o contexto do que está sendo estudado**.

Estudante 4. Acredita-se que esse tipo de conteúdo está **certamente atrelado a melhores percepções de mundo**, principalmente “Flatland” que é um filme de 2007, mas consegue realizar **uma analogia precisa dos dias atuais**.

Estudante 5. Acho **interessante**, pois filmes possuem mensagens e críticas e quando abordados em determinado ensino, **contribuem para o ensino**.

Estudante 6. Muito boa, **pois prestamos mais atenção do que em aulas normais com conteúdo no quadro**.

Estudante 7. É **importante** porque tem o **intuito de fixar coisas importantes** do que se é estudado.

Estudante 8. Os filmes desenvolvidos e embasados **relacionados a biologia**, são **muito importantes** para compreender à uma certa referência, como por exemplo, **alteração de DNA, impactos prováveis a sociedade, etc.** E sendo **interessante** principalmente.

Estudante 9. Um método que **tem eficácia** muito boa pois além de **chamar mais atenção**, **é uma forma de ensino que se explora outros pontos de vista**.

Estudante 10. A minha opinião é que **ajuda bastante** os alunos **a refletir bem sobre o tema** e a também comparar com a nossa sociedade. No caso de Planolândia ajuda a pensar **em como nossa sociedade e ciência podem ser terríveis** se usadas errada pelo líder de uma sociedade.

Estudante 11. Mostra uma realidade que acontece em **que foge de uma aula comum**, **onde mostra o que nunca veríamos**.

Estudante 12. Acho que se o filme fosse bom deveria mostrar sim para o estudante e **ensinar eles também**.

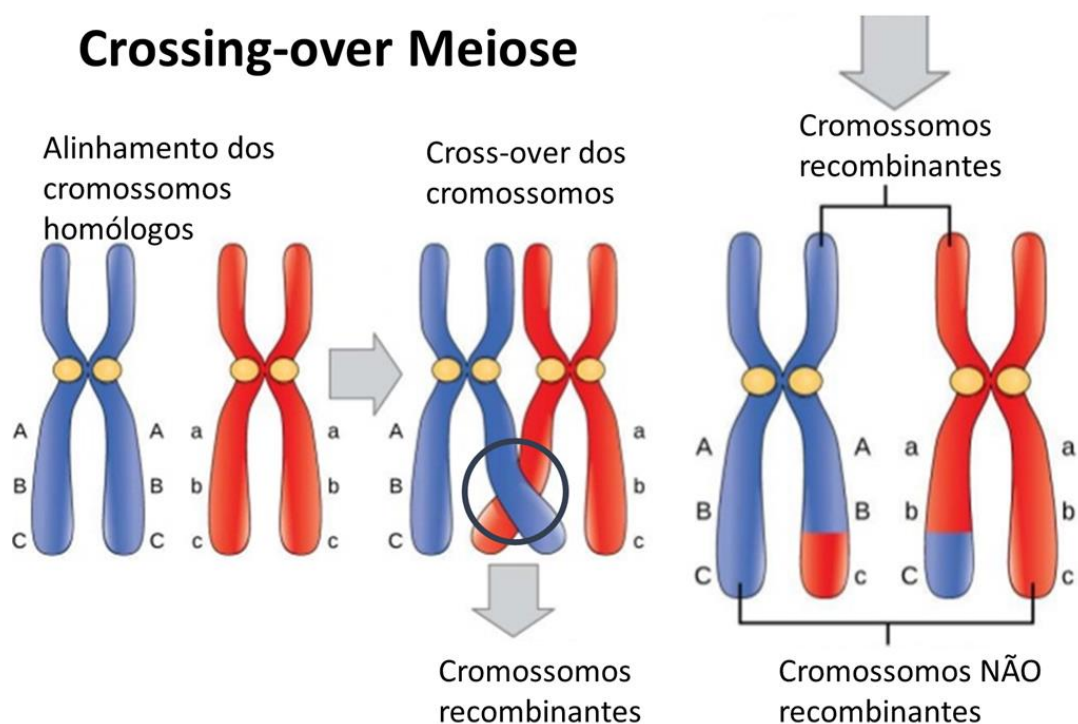
APÊNDICE F

Manipulação genética

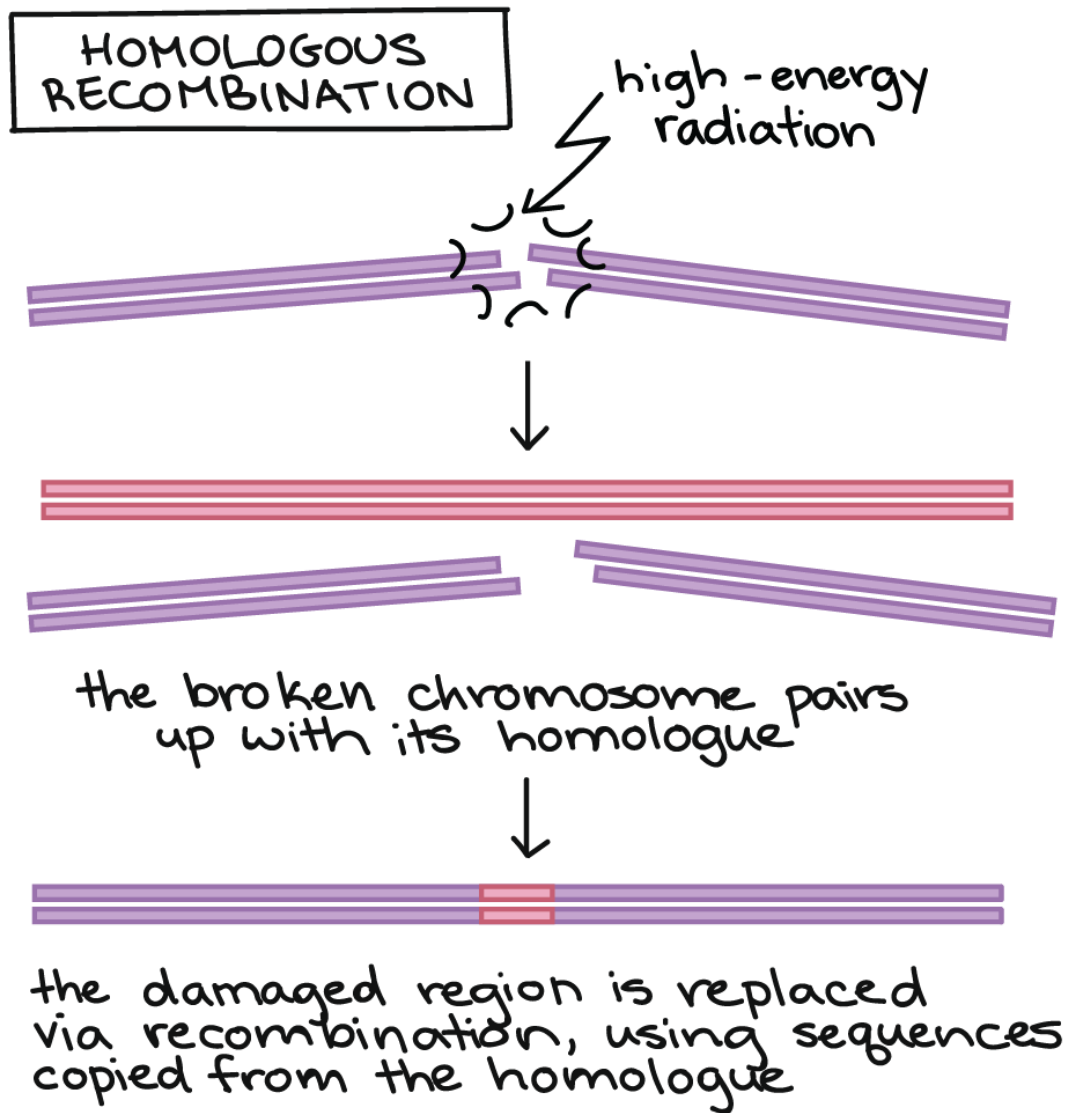
Desde a década de 70 houve grandes avanços na tecnologia que permite a manipulação do DNA. Um exemplo é a invenção de técnicas que permitem fazer DNA recombinante, que é a combinação, em tubo de ensaio, de segmentos de DNA. Hoje em dia a biotecnologia envolve também a engenharia genética, que é a manipulação direta dos genes para diferentes propósitos.

- **Recombinação homóloga** em eucariotos (Crossing over)

O processo de crossing over é uma fonte de variabilidade genética ocorrida durante a meiose I, prófase I, pois forma cromossomos recombinantes, que carregam genes de parentais diferentes. O crossing over ocorre entre um par de cromossomos homólogos. Cada gene em um homólogo é precisamente alinhado com o seu gene no outro homólogo. Em um único evento de cruzamento de cruzamento, proteínas específicas orquestram a troca de segmentos correspondentes das duas cromátides não irmãs – uma cromátide materna e a outra paterna de um par de homólogos. Desta forma, o crossing over produz cromossomos com novas combinações de alelos maternos e parentais.



A recombinação homóloga pode ocorrer também no processo de reparo do DNA. O cromossomo danificado, com o DNA quebrado, é reparado com base na região correspondente no cromossomo homólogo.



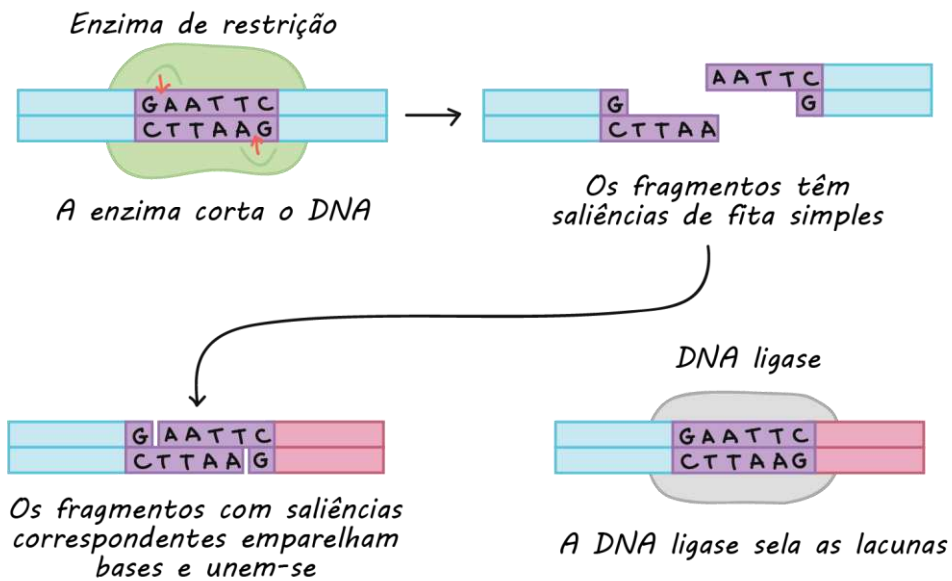
[

Fonte: Khan Academy, 2002.

- Ferramentas biológicas utilizadas:
 - **Endonucleases** de restrição: são enzimas descobertas em 1960 por pesquisadores enquanto estudavam bactérias. A função dessas enzimas nas bactérias é cortar o DNA em locais específicos, com a finalidade de remover DNA estranho de outros organismos, como por exemplos vírus bacteriófagos. Com a utilização destas enzimas em laboratório é possível fazer a recombinação

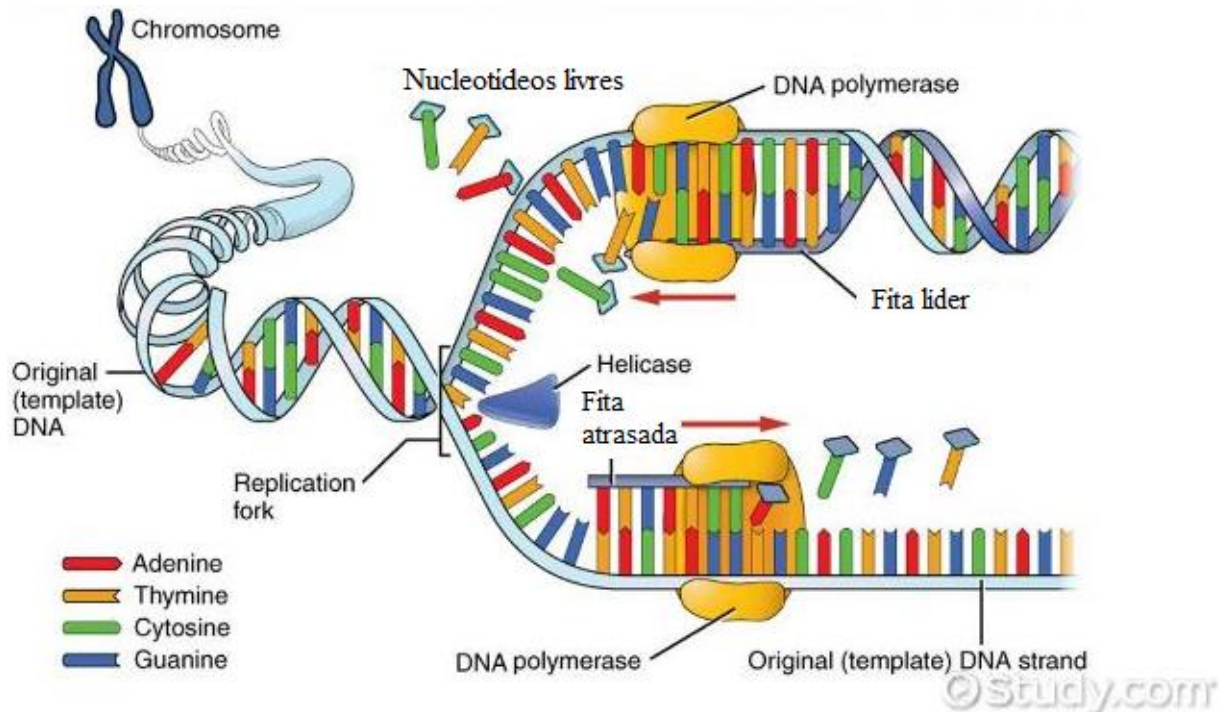
de DNA. Quando a enzima de restrição faz o corte em uma sequência específica da dupla fita de DNA formam-se fragmentos, cujas extremidades são coesivas e podem se associar com uma sequência complementar, inclusive com fragmentos de um DNA diferente, neste caso, produzindo um DNA recombinante.

- **DNA Ligase:** é uma enzima que tem por função catalisar a formação de ligações covalentes entre fragmentos de DNA.



Fonte: Khan Academy. Acesso em 2019.

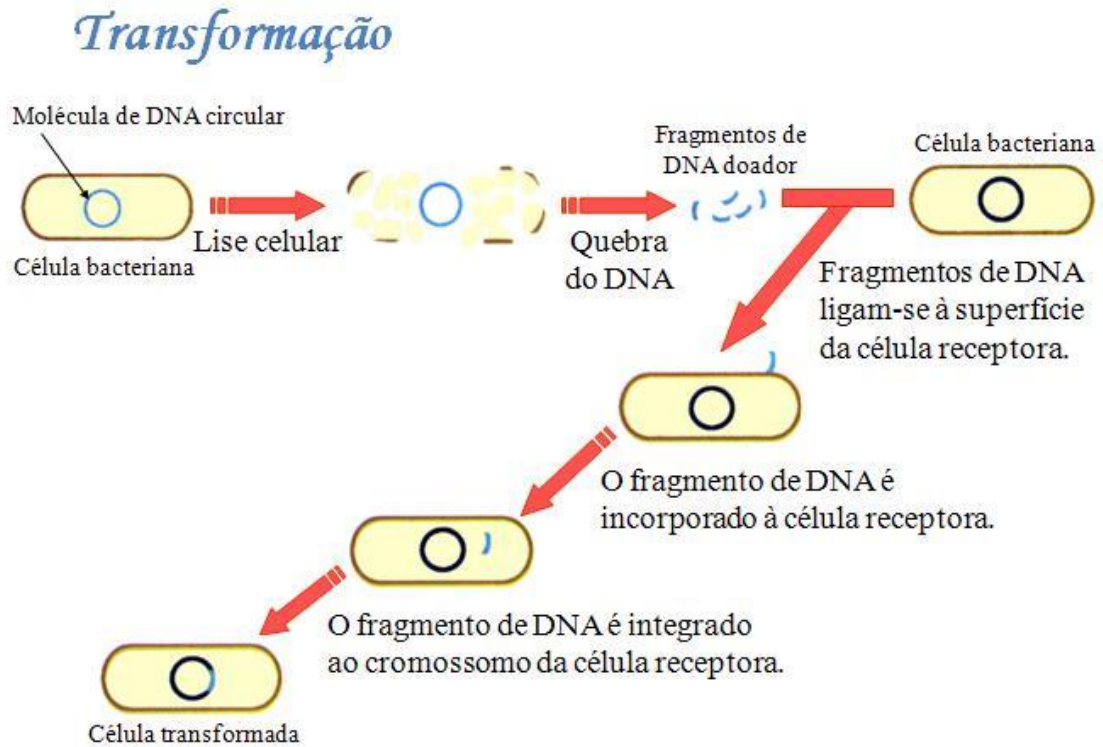
- **Polimerases:** são enzimas capazes de adicionar nucleotídeos na fita de DNA ou RNA o que permite a síntese dessas moléculas em processos biológicos como duplicação do DNA e transcrição.



Fonte: Study, 2016.

Fatores de diversidade genética em procariotos

- **Transformação:** Processo de ingestão de DNA alheio feito por bactérias que pode alterar o genótipo e o fenótipo, produzindo uma célula recombinantes, ou seja, com DNA de duas fontes diferentes.



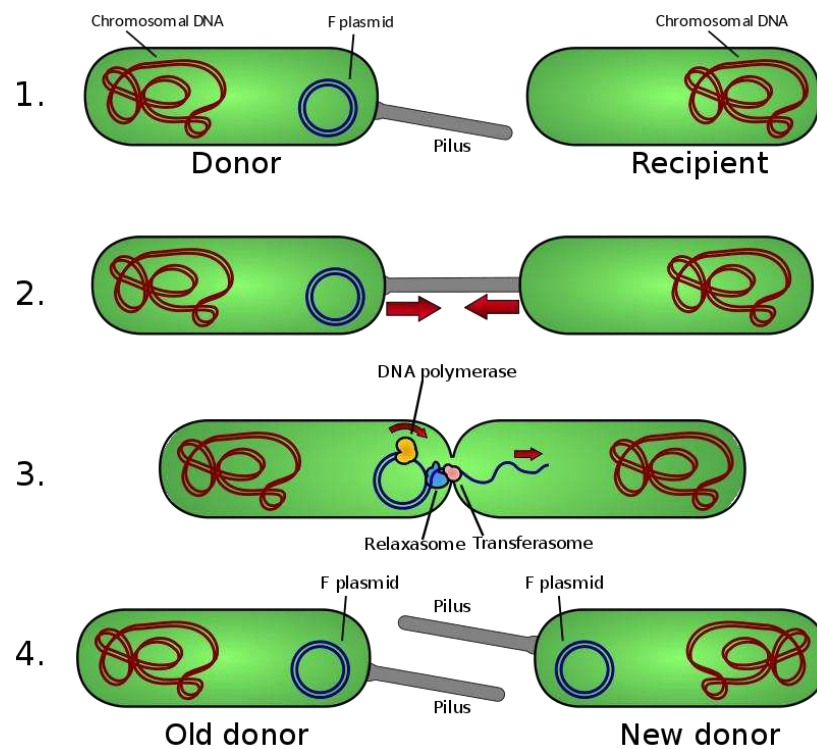
Fonte: [MEC, 2011](#).

- **Transdução:** Processo ocasionado pela reprodução dos vírus bacteriófagos, que, ao infectarem as bactérias e se reproduzirem, podem carregar sequências de DNA para outras bactérias, originando uma célula recombinante.



Fonte: Santos, Djalma, 2014.

- Conjugação: Neste processo ocorre a transferência de material genético entre duas células bacterianas, podendo estas até serem de espécies diferentes. As bactérias ficam unidas temporariamente e só uma delas transfere o DNA para a outra, que apenas recebe. Muitas bactérias adquirem resistência a antibióticos recebendo plasmídeos ou fator F (molécula de DNA circular não situada no cromossomo bacteriano) que contém genes específicos.

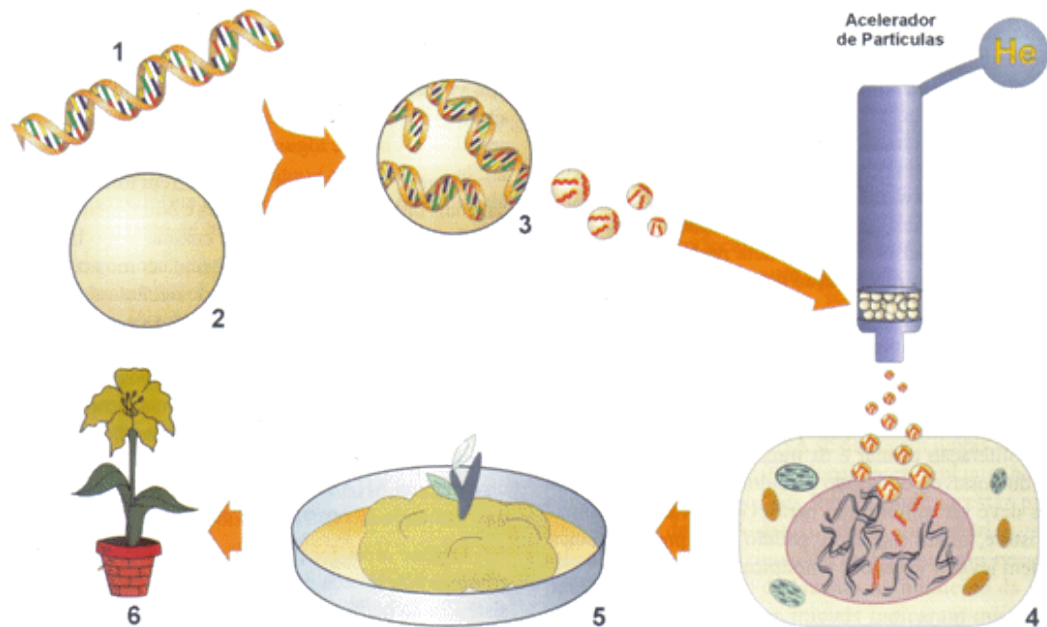


Fonte: Wikimedia, 2017.

Transformação por Biobalística, eletroporação ou com a mediação de *Agrobacterium tumefaciens*

Biobalística: Esta técnica permite a transferência de fragmentos de DNA através da utilização de pequenas partículas de ouro ou tungstênio. Estas partículas são revestidas com o DNA a ser transferido e são aceleradas com auxílio, por exemplo, de choque elétrico gerado por um acelerador de micropartículas, em uma câmara a vácuo para eliminar a resistência do ar. Com isso o DNA de interesse consegue penetrar no núcleo da célula, que passa a incorporá-lo no seu próprio, originando uma célula ou organismo geneticamente modificado.

Fonte: Zanettini, Maria Helena e Pasquali, Giancarlo (2004)



- **Eletroporação:** Esta técnica consiste na indução da abertura de poros na membrana celular por pulsos elétricos de alta voltagem. Isto permite que seja inserido na célula ou tecido alvo um gene de interesse e como os poros são reversíveis, ou seja, se fecham sem

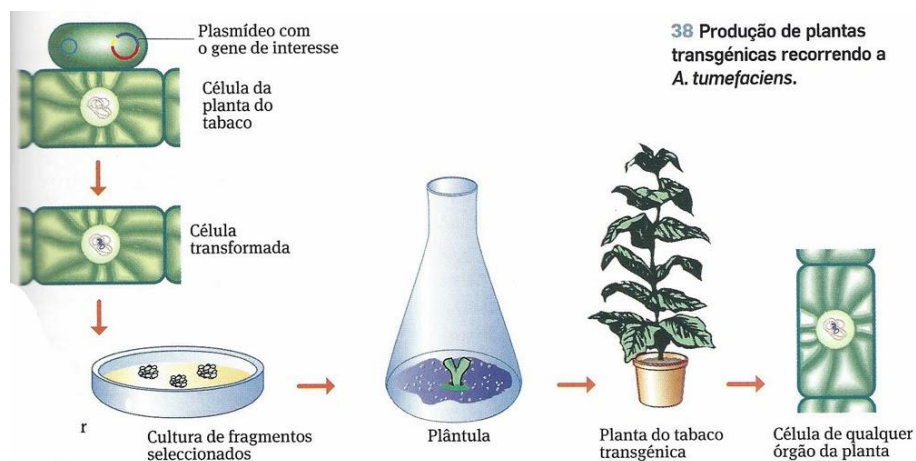
Eletroporação



que haja maiores danos após o término dos pulsos elétricos, tem se no final do processo um organismo geneticamente modificado.

Fonte: ProfissãoBiotec, 2017.

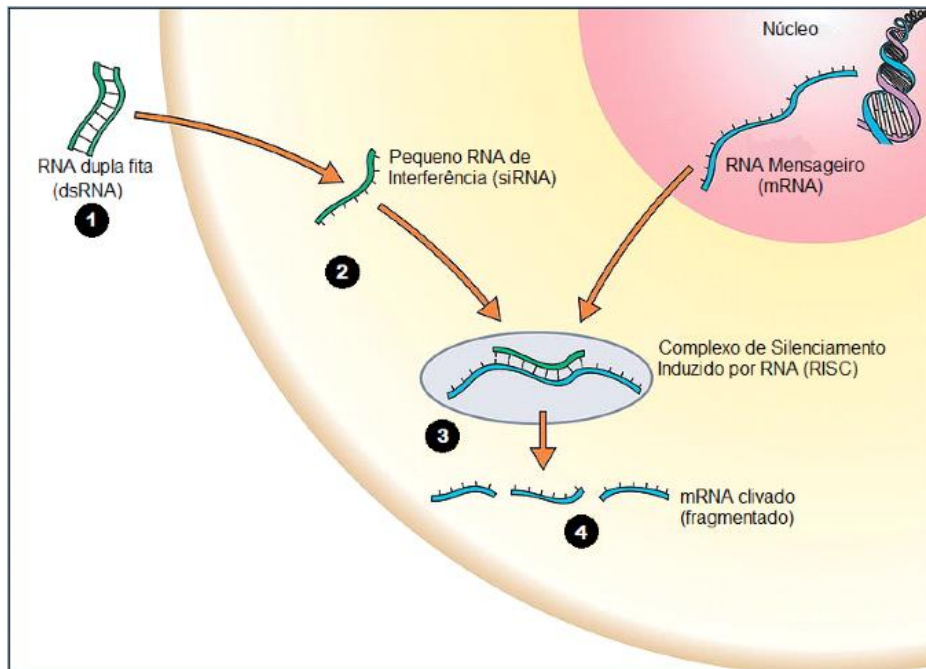
▪ Tranformação mediada por *Agrobacterium tumefaciens*: Esta técnica utilizada a capacidade da bactéria *Agrobacterium tumefaciens* de penetrar nos tecidos de algumas espécies vegetais e formar tumores. Para isto, o plasmídeo destas bactérias são modificados com a inserção dos genes de interesse e a transferência destes ocorrerá pela infecção causada pela bactérias na planta, que terá seu genoma modificado. Geralmente, os tecidos vegetais utilizados para o processo têm grande potencial de regeneração, como folhas jovens e embriões. Após o período de transferência do genoma o tecido vegetal é tratado com antibióticos para eliminação da bactéria e as plantas geneticamente modificadas são selecionadas e cultivadas.



Fonte: [CORREIA, Nuno \(2013\)](#).

Silenciamento (RNA de interferência):

Esta técnica utiliza RNA dupla-fita que possuem a capacidade de parear com determinado gene inativando o RNA mensageiro ou bloqueando a sua tradução. Esta técnica está sendo utilizada com sucesso para reduzir a expressão de genes em células de mamíferos, inclusive humanas e isto pode auxiliar na descoberta das funções de vários dos produtos dos genes.



Fonte: UFSCAR, 2014.

CRISPR:

CRISPR: tudo o que você precisa saber

A CRISPR (Clustered Regularly Interspaced Short Palindromic Repeats) é uma região do genoma das bactérias caracterizada pela presença de sequências (de DNA) curtas repetidas. Cientistas descobriram que essa região atua como um sistema de defesa das bactérias, em que pedaços de DNA de vírus invasores são inseridos entre essas repetições, como se fosse uma “memória” desses patógenos. Muito parecido com o que a vacina faz com o sistema imune humano para nos proteger de infecções virais.

A CRISPR, encontrada apenas em genomas de bactérias e arqueias (domínio de organismos semelhantes a bactérias), se transformou em uma ferramenta da engenharia genética utilizada para editar DNA (Ácido Desoxirribonucleico). Sempre convenientemente localizado perto dessas sequências de DNA está o gene que expressa a enzima Cas9. Essa enzima tem a capacidade de cortar precisamente o DNA.

Em uma nova invasão de vírus, a bactéria produz a enzima Cas9 associada com fragmentos de DNA de sua “memória”. Caso o invasor possua uma sequência idêntica, ele será picotado e neutralizado. Esse complexo pode ser otimizado para células de qualquer organismo. Portanto, CRISPR-Cas9 é o nome dado para uma técnica de edição genética utilizado para modificar sequências de DNA precisamente. Técnica que vem revolucionando a biotecnologia nos últimos anos.

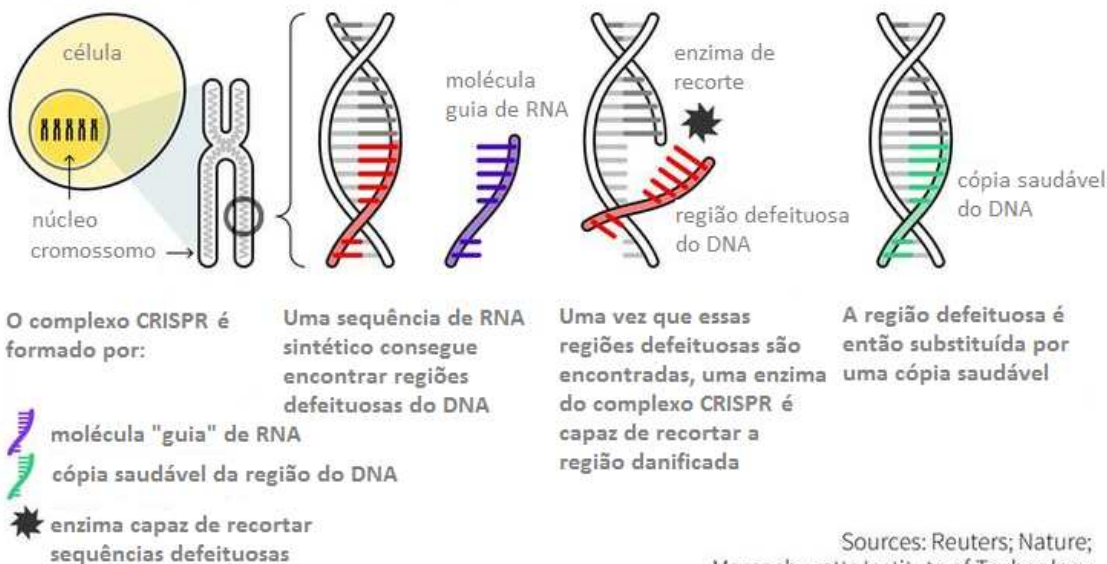
Baseado no sistema CRISPR-Cas9 das bactérias, os cientistas descobriram como informar à Cas9 a sequência a ser editada em um genoma. A informação ocorre por meio de uma sequência-guia de RNA (Ácido Ribonucleico), molécula irmã do DNA. O RNA-guia é baseado no CRISPR (encontrado no genoma das bactérias), e vai ser construído de acordo com a sequência de DNA a ser modificada. Dessa maneira o RNA-guia vai conduzir a Cas9 até uma região do genoma (do organismo que está sendo modificado) que seja correspondente a essa sequência. A Cas9 irá então cortar o DNA. As células possuem mecanismos de reparo de sequência de DNA naturais, que são ativados toda vez que este é danificado. Uma vez que o DNA da célula é cortado pela Cas9, o sistema de reparo dessa célula é ativado e vai “consertar” o fragmento-alvo.

Trecho retirado do site do Conselho de informações sobre Biotecnologia. Disponível em: <https://cib.org.br/crispr/>.

EDIÇÃO DE DNA

A técnica de edição genética chamada CRISPR funciona como uma versão biológica do *ctrl+C* e *ctrl+V*.

COMO A TÉCNICA FUNCIONA?



Sources: Reuters; Nature; Massachusetts Institute of Technology

W. Foo, 24/04/2015

REUTERS

Textos modificados de:

- CAMPBELL, N. **Biologia**. Tradução: Anne D. Villela...[et al.]. 8. Ed.- Porto Alegre: Artmed, 2010.
- MACHADO, J. R. A. MELO, B. **Transgenia**. Disponível em: <http://www.fruticultura.iciag.ufu.br/transgenicos.htm#M%C3%89TODOS>. Acesso em: 21/10/2019.
- Conselho de informações sobre Biotecnologia. **CRISPR: tudo o que você precisa saber**. Disponível em: <https://cib.org.br/crispr/>. Acesso em: 21/10/2019.